

واحة الأحساء

دراسة في مواردها المائية

وتأثيرها في الاستخدام

الريفي للأرض

د. زين الصاهدين عبد الرحمن وجيه

واحة الأحساء أكبر واحة في شبه الجزيرة العربية وهي من أقدم مراكز الاستقرار البشري والحضاري . وكان يطلق عليها قديماً اسم البحرين ، كما كان يطلق هذا الاسم أيضاً على كل السهول المطلة على غرب الخليج العربي من الشمال عند البصرة حتى مشارف عمان جنوباً^(١) . ثم أطلق عليها بعد ذلك اسم هجر نسبة إلى مدينة قامت في الواحة ثم اندثرت . وجاء اسم الأحساء لأول مرة منذ نحو ألف سنة ليشمل الواحة بالإضافة إلى السهول العربية المطلة على الخليج^(٢) .

تعتبر



وعندما جاءت التحولات السياسية والاقتصادية المعاصرة، وتعاظمت صناعة استخراج البترول ونجارة تصديره، ظهرت مدن جديدة مهمة في المنطقة، تطل مباشرة على الخليج العربي، مثل الدمام والظهران. ونتج عن ذلك كله تقلص نسبي لدور الأحساء ومدلولها، ليقتصر على الواحة ومساحات من البادية حولها. وهكذا صارت الأحساء الحديثة إمارة تابعة للمنطقة الشرقية. تلك المنطقة التي عاصمتها مدينة الدمام، وتضم ثمان عشرة إمارة^(٣).

وكلمة الأحساء أو الحسا تعني توافر المياه في الواحة، فحيثما كان يخفر العربي في أرضها يجد الماء قريباً من سطحها، فيحتسبه ويرتوي. وبالمثل فإن لفظ البحرين جاء بسبب توافر العيون والآبار^(٤).

وقد لعبت الأحساء دوراً تاريخياً هاماً بوصفها حلقة وصل حضارية بين الهند وحوض البحر المتوسط^(٥). حيث كانت مركزاً تجارياً مهماً يفتتح على الخليج العربي عن طريق ميناء العقير.

وواحة الأحساء اليوم تُعدُّ أكبر مراكز الثقل السكاني والزراعي في المنطقة الشرقية. حيث يوجد بها أكبر مشروع للري والصرف يعتمد على مياه العيون بالملكة العربية السعودية. ويسكن الواحة أقل قليلاً من نصف مليون نسمة^(٦) يعيشون في أربع مدن فضلاً على ثمان وخمسين قرية^(٧). ومدينة المظهر عاصمة الأحساء، تقع عند الطرف الجنوبي الغربي من الواحة.

ونظراً للأهمية العظمى للموارد المائية في واحة الأحساء، تلك الموارد المتمثلة في مياهها الجوفية والآبار، فإن هذا البحث يهدف إلى معالجتها من منظور جغرافي وهيدروجيولوجي، والكشف عن تأثيرها في استخدام الأرض بريف الواحة.

مواقع الواحة ومساحتها

واحة الأحساء هي القلب الحي لإمارة الأحساء، تلك الإمارة التي تحيط بها مجموعة من إمارات المنطقة الشرقية. فيحدها من الشمال إمارة أبقيق وعين دار، ومن الغرب إمارة العنيزة والحنى، ومن الشرق إمارة العقير وسلوى. ويحدها من الجنوب إمارة حرض ومن

ورائها توجد رمال الربع الخالي الموحشة .
ولئن كانت إمارة الأحساء تبلغ في المساحة ٩٠٣٠ كيلو متراً مربعاً إلا أن مساحة الواحة نفسها لا تتعدى ٣٠٠ كيلو متر مربع . وتنحصر الواحة فلكياً داخل $\frac{1}{4}$ درجة فقط من درجات العرض و $\frac{1}{4}$ درجة أيضاً من درجات الطول . لأنها تقع بين ٢٠ — ٢٥ و ٤٠ — ٤٩ شمال خط الاستواء وبين ٤٠ — ٤٩ و ٥٠ — ٤٩ شرق جريتش (٨) .

والواقع أن جملة الأرض الزراعية والقابلة للزراعة بواحة الأحساء لا تزيد كثيراً على ٢٠ ألف هكتار . كما توجد بعض مساحات محيطة من أرض البادية امتد التوسع الزراعي إليها في السنوات الأخيرة بفضل تشجيع الحكومة .

وتتخذ الواحة امتداداً طويلاً على محورين الأول صوب الشمال والأخر صوب الشرق ، وذلك على شكل الزاوية القائمة . ويقع رأس الزاوية في الجنوب الغربي من الواحة وعندها توجد مدينة المذفوف العاصمة . وتتأثر القرى الشرقية على طول المحور الشرقي الممتد نحو ١٨ كيلو متراً شرقي المذفوف . وتتسع أراضيها إلى نحو عشرة كيلومترات في بعض المواقع (٩) . بينما تتأثر القرى الشمالية على طول المحور الشمالي الذي يمتد نحو ٣٠ كيلومتراً شمال المذفوف وباتساع متقارب يتراوح بين ثلاثة كيلو مترات في أقصى الشمال وسبعة كيلومترات في الوسط .

وتقع الواحة غرب الخليج العربي بنحو ٧٠ كيلو متراً . وكان ميناء العقير له شأن كبير في الماضي باعتباره نافذة الأحساء على البحر (١٠) . وتحيطها الصحراوات الفاحشة برماها المتحركة التي تهدد الأرض الزراعية . ففي الشرق رمال صحراء الجافورة ، وفي الشمال رمال النفود . أما في الغرب فتظهر كتل جبلية تتخللها الكثبان الرملية ، ومن روائها في الأفق الغربي البعيد تسود رمال الدهناء . بينما يقود جنوب الأحساء في نهاية المطاف إلى رمال الربع الخالي . شكل رقم (١) و (٢)

والواقع أن واحة الأحساء تكتسب بعض خصائصها المتميزة نتيجة لموقعها بكل أبعادها الفلكية والجغرافية .

فالواحة بحكم الموقع الفلكي والجوار الجغرافي تكون من أشد مناطق المملكة حرارة . وقد أتاح لها الموقع أن تكون قريبة من دول خليجية مجاورة ، كما أنها قريبة من الميناء الرئيسي

بالدمام ، وقرية أيضاً من حقول البترول . وازدادت قريباً من العاصمة الرياض بعد أن نمت شبكة الطرق الممتازة في السنوات الأخيرة ، بالإضافة إلى أن الواحة تقع على الخط الحديدي الذي يربط الدمام بالرياض العاصمة .

طبوغرافية الواحة ،

تتسم أراضي واحة الأحساء بالاستواء مع الانحدار العام الهاديء صوب الشمال وصوب الشرق . ولذلك كان اتجاه قنوات الري والصرف نحو الشمال مرة ونحو الشرق مرة أخرى .

ويمر خط الكنتور ١٥٠ متراً فوق سطح البحر بجنوب غرب الواحة بينما يمر خط كنتور ١٠٠ متر فوق سطح البحر عند أقصى الشمال الشرقي خارج حدود الأرض الزراعية^(١١) . شكل رقم (٣)

وتقع منطقة العيون الرئيسية التي تغذي قنوات الري بالمياه عند منسوب ١٤٥ متراً فوق سطح البحر ، وذلك بالقطاع الغربي من الواحة^(١٢) . في حين تتجمع مياه المصارف في منخفض كبير تقع فيه بركة الأصفر في أقصى الشرق خارج الواحة . كما ينصرف بعض مياه الصرف إلى منخفض آخر يقع في أقصى الشمال الشرقي . وهناك منطقة صرف محدودة ثلاثة عند الطرف الجنوبي الشرقي خارج الواحة أيضاً .

وتحيط بواحة الأحساء كتل جبلية متناثرة تتركب من الصخور الجيرية والرملية والطينية المارلية . ويتراوح ارتفاعها بين ٢٠٠ و ٢٥٠ متراً فوق سطح البحر . كما تكثر الكثبان الرملية حولها ، والتي يتراوح ارتفاعها بين مترين واثني عشر متراً فوق سطح الأرض المحيطة .

على أنه يلاحظ كثرة الكتل الجبلية المظلة على الجانب الغربي للواحة ، وهي تمثل البدايات لحافات هضبة الصمان ومن ورائها توجد رمال الدهناء ، ويمكن ذكر الكتل التي على هذا الجانب من الشمال إلى الجنوب وهي برقاء التلوث شمال مصنع الأسمت ، ثم برقاء التليم غرب مدينة العيون ، ويعلها كتلة برقاء الركبان غرب قرية الوزية ، ويبلغ ارتفاعها جميعاً نحو ٢٠٠ متر. فوق سطح البحر . أما جبل أبو غنيمة فيقع على المشارف الغربية

للقطاع الواصل بين المضاف والمبرز. ويكاد يصل ارتفاعه ٢٠٠ متر فوق سطح البحر، وتوجد فوقه الخزانات التي تمدها المدينتين بالمياه. وأخيراً ترتفع برفاء ملدة إلى منسوب ٢٣٠ متراً فوق سطح البحر وذلك إلى الجنوب الغربي من الواحة.

أما طبيعة الأرض إلى الجنوب من الواحة فتسم بالتعرج ولا يظهر بها سوى كتل جبلية صغيرة المساحة مثل جبل دحنة وجبل الأربع. وهما يطلان على الطريق بين الأحساء وقطر. ويبلغ منسوب الأول ٢١٥ متراً والثاني ٢٠٠ متر فوق سطح البحر.

وتتميز طبوغرافية الأرض إلى الشرق من الواحة بوجود الكثبان الرملية التي سبق الإشارة إليها، وهي تتحرك فوق أرض تتحدر تدريجياً صوب الخليج العربي وتتسبب إلى صحراء الجافورة. وتظهر بين الكثبان مساحات سبخية منخفضة تتميز بارتفاع نسبة السلت والطين والرطوبة فضلاً على الأملاح. كذلك يمكن أن نميز على هذا الجانب بعض الكتل الجبلية مثل جبل بريقة الشمالي وبريقة الجنوبي. وقد ساعدت هاتان الكتلتان في تشييط عملية ارساب الرمال التي تحركها الرياح الشمالية ويقدر الخبراء أن أرض الواحة تفقد سنوياً نحو عشرين هكتاراً خصباً تضيق تحت الرمال^(٣١)، التي تأتي من حقل الرمال الكبير المجاور لكتلتي بريقة.

والجدير بالذكر أن هناك بعض الكتل الجبلية المحدودة المساحة تقع وسط الأرض الزراعية داخل الواحة، ومن أشهرها جبل قارة. ويرتفع الجبل نحو ٧٠ متراً عن حدائق النخيل المحيطة (٢٠٧ أمتار فوق سطح البحر). وتبلغ مساحته أقل من ٢ كيلو متر مربع^(٣٢). ويشتهر بوجود الكهوف، ومن ثم فقد أهد للاسترواح والسياحة. شكل رقم (٣).

وهناك كتل أخرى أقل شأنًا مثل جبل أبو خصيص وجبل شعبان ويقع الأول شمال شرق جبل القارة، ويقع الثاني بين مدينة الهفوف وقرية الجليل.

هذا وتوجد هنا وهناك مساحات ترتفع قليلاً عن المنسوب العام للأرض الزراعية وتسم بأنها رملية أو حصوية أو حجرية جرداء. ومن أمثلتها لسان محبرس الرمل الذي يمتد شمال المبرز. ويتدخل كاسفين باتجاه قرية الشعبة. وهناك منطقة أخرى مماثلة تفصل الأرض

الزراعية للقرى الشرقية عن بسايتين النخيل شرق المغفوف وحول قرية بني معن . وهي مساحة شبه مستديرة تقع على حدودها الشرقية قرى الفضول والمنيزلة والشهارين . وبسبب وجود المساحات الجرداء التي تتداخل بالأرض الزراعية ، يخلو لبعض الدارسين تسمية واحة الأحساء بصيغة الجمع «واحات الأحساء» ، كما قد يسميها آخرون الواحة المزدوجة أو الواحة التوام^(١٥).

مناخ الواحة ،

يتأثر مناخ واحة الأحساء بعوامل عديدة لعل أهمها ما يلي :

- ١ — الموقع الفلكي ، فهي تقع شمال مدار السرطان بأقل من درجتين من درجات العرض ، ومن ثم كان مناخها مدارياً شديداً الحرارة .
- ٢ — الموقع الجغرافي وقد ترتب عليه الجوار مع الصحارى المحيطة بالواحة ، والقرب من الخليج العربي . كذلك التأثير بالكتل الهوائية المدارية القارية من فوق آسيا في الصيف . كما تتأثر الواحة بالكتل الهوائية القطبية القارية والبحرية في الشتاء .
- ٣ — السطح الهادى من حول الواحة ، فلا توجد جبال عالية . كما أن منسوب الواحة لا يتعدى ١٥٠ متراً فوق سطح البحر . ولذلك كانت الأحساء من أشد جهات المملكة حرارة .
- ٤ — والمناخ التفصيلي microclimate بالأحساء يتأثر نتيجة وجود الرقعة الزراعية من ناحية فضلاً على تصاعد الأدخنة من حرق الغازات — غير المرغوبة بحقول البترول القريبة من ناحية أخرى^(١٦) .

والواقع أن السنة تنقسم في الواحة إلى أربعة فصول هي :

- فصل الشتاء ويتضمن خمسة شهور هي نوفمبر (تشرين الثاني) — ديسمبر (كانون الأول) — يناير (كانون الثاني) — فبراير (شباط) — مارس (آذار) .
- فصل الربيع ويتضمن شهراً واحداً هو إبريل (نيسان) .
- فصل الصيف ويشمل شهور هي مايو (أيار) — يونيو (حزيران) — يوليو (تموز — أغسطس (آب) — سبتمبر (أيلول) .

- فصل الحريف وهو عبارة عن شهر واحد هو أكتوبر (تشرين الأول).
- وهذا معناه أن الصيف طويل وهو موسم شديد الحرارة أيضاً وشديد الجفاف . أما الشتاء فهو فصل دافئ إلى بارد نوعاً وهو طويل أيضاً ويتميز بسقوط القليل من الأمطار. بينما يمر الربيع والحريف بسرعة بوصفها فصلين انتقالين قصيرين .
- ويمكن أن نوجز أهم الخصائص المناخية على النحو التالي بواحة الأحساء : فمن حيث درجة الحرارة ، يلاحظ أن متوسطها السنوي ٢٥°م . وبعد شهر يوليو (تموز) أحمر شهور السنة ، وبمتوسط ٩ ، ٣٣°م . بينما شهر يناير (كانون الثاني) يعد أقلها حرارة بمتوسط يصل إلى ١٤ ، ١°م . وهذا معناه أن المدى الحراري — الفصلي يكاد يصل إلى ٢٠°م .
- عل أن مقارنة متوسط النهاية الدنيا في قلب الشتاء بمتوسط النهاية العظمى في قلب الصيف تكشف عن المدى المطلق الذي يصل إلى ٣٤ ، ٢°م . الأمر الذي يعبر بصدق عن الفارقة القاسية .
- ويلاحظ أن درجة الحرارة قد تصل في قلب الصيف إلى قراءة ٥٠°م في الظل وفي مقابل ذلك يسجل الترمومتر درجة الصفر المتوي في قلب الشتاء . فقد سجل درجة (٤-°م) تحت الصفر يوم ٢٣ ديسمبر (كانون الأول) عام ١٩٧١م .
- وفيما يتعلق بالرياح بالأحساء فيلاحظ أنها في معظمها رياح شمالية ، وهي تمثل $\frac{2}{3}$ الرياح في الصيف ونحو $\frac{1}{3}$ الرياح في الشتاء . بينما تظهر الأعاصير الغربية العكسية في الشتاء ، وهي تأتي في أعقاب مرور المنخفضات الجوية القادمة من حوض البحر المتوسط نحو الشرق . ويصاحب هذه الأعاصير رغبات مطر شتوية محدودة الكمية . ولئن كانت الرياح الشرقية لا تشكل سوى $\frac{1}{3}$ من الرياح في الأحساء إلا أن هبوبها له أهمية خاصة في زيادة نسبة الرطوبة بجو الواحة . وسبب ذلك أنها قادمة من فوق مسطح الخليج العربي .
- ويلاحظ أن سرعة الرياح تزيد في الصيف وتقل في الشتاء . كما أن السرعة تنخفض داخل الواحة بسبب حداثق النخيل إلى $\frac{2}{3}$ سرعتها التي كانت عليها فوق الأراضي المكشوفة .
- وتشهد الواحة هبوب العواصف التي تثير الرمال وقد تظمر هذه الرمال مساحات من الرقعة الزراعية . وهناك نمطان من العواصف هما :

— النمط الصيفي ويسمى عواصف السموم. وتتمثل في الرياح الشديدة والقمجائية القادمة من الجنوب، وتحدث عادة في الربيع وأوائل الصيف. وتأثيرها خطير جداً فقد تقتل المزروعات الحساسة كما تموت بسببها المراعي خارج الواحة.

— أما النمط الشتوي فيتمثل في عواصف رملية قد تظهر في أعقاب زحف الكتل الهوائية القطبية القارية المتجهة نحو شبه الجزيرة العربية، وذلك في قلب الشتاء أو عند نهايته. كما تحدث أيضاً في أعقاب مرور المنخفضات الجوية الشتوية. وقد تنتهي العاصفة الرملية بسقوط أمطار رعدية تغسل وجه الواحة.

• ومن حيث الرطوبة النسبية، فيلاحظ أنها ترتفع في الشتاء بسبب هبوط درجة الحرارة، وقدم التأثيرات الرطبة الشتوية، ودور الخليج العربي، فضلاً على هدوء سرعة الرياح نسبياً خلال هذا الفصل.

أما في الصيف فيهب معدل الرطوبة النسبية بسبب شدة الحرارة، وتزايد سرعة الرياح، فضلاً عن سيادة الرياح الشمالية الجافة. ولئن كانت الرطوبة النسبية تبلغ ذروتها خلال يناير (كانون الثاني) (٨٣,٥٪) فإنها تصل أدناها خلال يوليو (تموز) ١٥,٣٪. الأمر الذي يعبر عن التناقض الصارخ بين الصيف والشتاء.

• أما التباين في الأحساء، فيتمثل في المطر، ويمكن أن تضيف إليه الندى والضباب لأهميتهما في المناخات الجافة^(٢٠). ويبلغ المتوسط السنوي لأمطار الواحة ٧٣,٨ مم (١٩٦٩/١٩٧٦ م). بينما يبلغ متوسط الندى نحو ٥ مم في السنة. ونظام المطر شتوي، شبيه بنظام البحر المتوسط وهو يخضع لدرجة عظمى من التذبذب. كما أنه إعصاري ويتميز بالريخات السريعة والثقيلة. فقد تصل كميته اليومية إلى ٤٧,٢ مم. وكميته السنوية محدودة، الأمر الذي يجعل الواحة تعيش مناخاً صحراوياً بالفعل.

ولئن كان متوسط عدد الأيام الممطرة ٣١ يوماً في السنة فإن شهر مارس (آذار) يختص بسبعة أيام، وستة أيام لأبريل (نيسان)، وخمسة لكل من يناير (كانون الثاني) وديسمبر (كانون الأول)، بينما يختص فبراير (شباط) بأربعة أيام ممطرة في المتوسط.

والجدول التالي رقم (١) يوضح المطر والندى في واحة الأحساء من حيث الكمية والتوزيع:

جدول رقم (١)

يوضح توزيع المتوسط الشهري لكمية المطر وكمية الندى
وعدد أيامهما في الأحساء
(السنوات من ١٩٦٩ / ١٩٧٦ م)^(٢١)

الشهر	المتوسط الكمية	عدد الأيام	الندى	عدد الأيام
يناير (كانون الثاني)	٢٠,٢	٥,٣	٠,٧٢	١٧,٣
فبراير (شباط)	٨,٧	٤,١	٠,٦٣	١٦,٣
مارس (آذار)	١٨,٤	٧,٠	٠,٢٤	١٧,٠
أبريل (نيسان)	١٥,٤	٥,٩	٠,٢٦	١٠,٠
مايو (ايار)	١,٥	٢,٠	٠,١٠	٩,٠
يونيو (حزيران)	٠,٠	٠,٠	٠,٠٦	٧,٠
يوليو (تموز)	٠,٠	٠,٠	٠,٠٨	٩,٣
أغسطس (آب)	٠,٠	٠,٠	٠,٢٢	١٥,٣
سبتمبر (أيلول)	٠,٠	٠,٠	٠,٣١	١٤,٧
أكتوبر (تشرين الأول)	١,٣	٠,٤	٠,٦٦	٢٤,٤
نوفمبر (تشرين الثاني)	١,٢	٠,٩	٠,٦٢	٢٨,٧
ديسمبر (كانون الأول)	٧,١	٥,٠	٠,٦١	١٩,٥
المتوسط السنوي	٧٣,٨	٣٠,٦	٤,٥١	١٧٦,٢

ويتضح من الجدول (١) أن شهر يناير (كانون الثاني) ومارس (آذار) وأبريل (نيسان) هي أوفر الشهور مطراً على الترتيب ثم يليها شهر فبراير (شباط) وديسمبر (كانون الأول). كما يتضح أن الندى يحدث في نحو نصف أيام السنة. وتستفيد من الندى بعض الحشائش الصحراوية في بادية الأحساء.

والجدير بالذكر أن حساب البخار المحتمل Potential Evaporation بطرق مختلفة في الأحساء قد أوضح أن متوسطه السنوي يبلغ ٣٤٧٠ مم^(٢٢) ويبلغ حده الأقصى في قلب الصيف، وحده الأدنى في الشتاء. وعند مقارنة حجم البخار المحتمل بحجم المطر

(٨, ٧٣م) توضح قيمة عجز الماء Water Defict بالأحساء. الأمر الذي يعبر عن السهات الصحراوية لمناخها من ناحية مثلما يعبر عن الدور المتفرد لمياهها الجوفية وأهميتها القصوى من ناحية أخرى.

وفيد الجدول رقم (٢) في توضيح توازن الماء Water Balance على مدار السنة بالأحساء وذلك من وجهة النظر المناخية.

جدول رقم (٢)

يوضح قيم كل من التساقط، والبحر المحتمل، وعجز الماء بالمليمترات بالأحساء
المصدر : (H.A.R.C.: Publ8 N° 26 PP 35, 39, 52; tables 1, 2 17)

الشهر	التساقط	البحر المحتمل	عجز الماء
يناير (كانون الثاني)	٢١	١٢٠	٩٩
فبراير (شباط)	٩	١٥٠	١٤١
مارس (نذار)	١٩	٢٥٠	٢٣١
أبريل (نيسان)	١٦	٢٧٠	٢٥٤
مايو (ايار)	٠٢	٤٢٠	٤١٨
يونيو (حزيران)	٠٠	٤٨٠	٤٨٠
يوليو (تموز)	٠٠	٥١٠	٥١٠
أغسطس (آب)	٠٠	٤٢٠	٤٢٠
سبتمبر (اليلول)	٠٠	٣١٠	٣١٠
أكتوبر (تشرين الأول)	٠٢	٢٥٠	٢٤٨
نوفمبر (تشرين الثاني)	٠٢	١٧٠	١٦٨
ديسمبر (كانون الأول)	٠٨	١٢٠	١١٢
الجملة السنوية	٧٩	٣٤٧٠	٣٣٩١

ومن الواضح أن عجز الماء الموجود في جميع الشهور ويتضاعف صيفاً. ويبلغ متوسطه السنوي أكثر من ٣٣٩٠ مم. الأمر الذي يقطع بالأهمية القصوى للمياه الجوفية بالأحساء.

جولوجية الواحة .

من المعروف أن شبه الجزيرة العربية تتكون من وحدتين جيولوجيتين هما الدرع العربي (Arabian Shield) في الغرب والرف العربي (Arabian Shelf) في الشرق . ويتكون الدرع من صخور القاعدة الأساسية Basement Complex البارية والتي تعود إلى ما قبل الكامري . بينما تكونت الرف العربي تتركب من إرسابات هائلة بحرية وقارية ، وتنتمي إلى الزمن الباليوروي وما بعده ^(٢٣) . والطبع فإن الطبقات الرسوبية ترتكز في الأساس على صخور القاعدة الأساسية من تحتها .

وقد تعرضت صخور القاعدة الأساسية في شبه الجزيرة العربية خصوصاً على الجانب العربي لمعطيات رفع تكوينات صاحبت تكوين الأحودود الأفريقي العظيم . ويشعل البحر الأحمر جزءاً من هذا الأحودود .

وقد ترتب على عملية الرفع في الغرب حدوث ميل للطبقات الرسوبية صوب الشرق كما نتج عن ذلك تعاطم سمك الطبقات الرسوبية باتجاه الشرق أيضاً . ويقدر هذا السمك بنحو ٥٥٠٠ متر عند واحة الأحساء ^(٢٤) . ويلاحظ كذلك وجود تتابع في حداثة التكوينات كلما اقتربنا من الخليج العربي .

على أن هناك نتيجة مألوفة الأهمية ترتت على ميل الطبقات ، وتمثل في تحرك المياه الجوفية داخل الطبقات الحاملة لها ناحية الشرق . ومن شأن هذا أن يربط في صمط الماء الذي قد يتعجر فوق سطح الأرض في صورة العيون الفواردة بالواحات . بل إن المياه الجوفية تنضجر في قاع الخليج العربي أيضاً ^(٢٥) .

هذا ، وقد تعرضت الطبقات الرسوبية إلى بعض الشبي والتموج على الرغم من الاستقرار التكتوني في شبه الجزيرة العربية . وكان السبب هو رد الفعل للحركة الالتوائية بحال راجروس في الشرق . وقد لعبت التمدجات دوراً هاماً في نظام إرساب للتكوينات الأحداث ، وكذلك في تفاصيل التشابع الطبقي ، فضلاً على تأثيرها في حركة المياه الجوفية رأسياً وأفقياً ^(٢٦) .

ونظهر في إقليم الواحة تكوينات جيولوجية مكشوفة على سطح الأرض إلى الزمن الثالث والرابع الجيولوجي . وسوف نعرض لها الآن ونترك التكوينات التي أسفلها إلى جزء آخر مستقل . وتتمثل التكوينات الجيولوجية المكشوفة فيما يلي :

أ) التكوينات الثلاثية :

وتشمل كل الكتل الحليية من حول الواحة فضلاً على الكتل البارزة فوق سطح الأرض الزراعية . ويعود تاريخها إلى عصري الميوسين والبلايوسين . ويطلق عليها تكوينات النيوجين . ويبلغ سمكها نحو ١٨٠ متراً .

ولئن كانت هذه التكوينات تظهر في الكتل الحليية إلا أنها تخفي أيضاً تحت التكوينات الرباعية الأحدث . ويعتد على تكوينات السيوجين الصخور الحيرية والجيرية الرملية والمارل الرمي والطفل الحيري فضلاً عن الكونجلومرايت والخوان والمتحجرات الحرية ، بالإضافة إلى الطاشير والعرب .

والواقع أن التكوينات النيوجين تنقسم فرعياً إلى ثلاثة تكوينات هي من الأقدم إلى الأحدث على النحو التالي :

١ — تكوين الهيدروك :

وصوره لا تظهر مكتوفة بواحة الأحساء إلا بعيداً عنها بالقرب من أفيق .

٢ — تكوين الدام :

وتظهر صخوره في قطاعات محدودة بين جبل أم الدلايس وبرقاء الركبان في شمال غرب الواحة ، وكذلك جنوب جبل عيمة وجنوب جبل ملدة ، فضلاً عن قطاع من الأرض يقع في الشمال .

٣ — تكوين المغوف :

وهو أحدث تكوينات السيوجين ويعود إلى الليوسين وإليه تنسب كل الكتل الجليية بالأحساء . شكل رقم (٤) وسوف يأتي تفصيل حصائص تكوينات السيوجين عند دراسة هيدروجيولوجية الواحة .

ب) التكوينات الرباعية :

وهذه تنتشر على أكبر مساحات الواحة . وقد ترسبت خلال البلايوسين الحديث ولا يتعدى سمكها عشرة أمتار^(٢٧) . وحيثما توحد فإنها تعطي تكوين السيوجين وتنتمي إلى الرواسب الرباعية تكوينات متنوعة ، منها الرواسب النسلية بالأرض الزراعية ، ورواسب السبخات الطينية والنسلية فضلاً على الرمال المتحركة بكل صور الكشان ، وكذلك الحصى والحصاء وكل المفتات الموحدة عند سفوح الكتل البارزة ورواسب الوديان الجافة . والواقع

أن واحة الأحساء تمثل مقعراً جوفياً يحادي الجانب لثنية القوار الحديثة^(٢٨) وقد نشأت بالمقعر بحيرات عذبة إبان فترات المطر الوفير خلال اللايوسثوسين. كما تشير الدراسات المعطية الحديثة إلى أن أساس الثروة في الأحساء من أصول فيضية مهيبة أيضاً^(٢٩).

تربة الواحة *

تصافرت عوامل كثيرة أثرت في تربة واحة الأحساء، لعل من أهمها طبيعة السطح والتراكيب الجيولوجية والمناخ الصحراوي، فضلاً عن مياه العيون. ولإنسان دوره المؤثر على التربة في الماضي والحاضر.

ويمكن القول أن تربة الواحة تتميز بعدة خصائص منها أنها تربة رملية وترتفع فيها نسبة كبريتات الكالسيوم والأملاح المعدنية وخاصة ملح الطعام. وأجريت أول — دراسة للتربة في الأحساء في عام ١٩٦٤م بواسطة WAKUTI. وأظهرت هذه الدراسة وجود عشرة أنواع من التربة في الأحساء هي كما يلي:

١ — التربة الجيدة الخصوة وتتميز بأنها رملية طفلية عبة بالدومال وتوجد بها أجود المزارع في عرب وشرق الواحة وفي الوسط أيضاً. بينما تختص من شمال الواحة. ومساحتها تعادل أكثر قليلاً من ربع الواحة.

٢ — التربة الجيدة نوعاً، وهي رملية طفلية ذات ملوحة عالية تقع قريبة من النمط الأول ومساحتها نحو $\frac{1}{8}$ الواحة.

٣ — التربة الملحية ذات الغطاء الملحي وتقع شرقي الواحة وعمرها عند أطراف المساحات المرووعة ومساحتها نحو $\frac{1}{7}$ من عموم الواحة.

٤ — التربة الملحية شديدة الجفاف ولا تعطى بقشرة ملحية بسبب الرواسب الرملية.

٥ — التربة الملحية الرطبة نوعاً وهي طفلية ثقيلة شديدة الملوحة.

٦ — التربة الصحراوية الصحلة وهي قريبة من الكتل الجبلية.

٧ — التربة عبر الناضجة بالكتبان الرملية.

٨ — التربة الملحية من حول السبخات.

٩ — التربة الملحية الثقيلة بالسبخات .

١٠ — التربة الثقيلة الملحية المعطاة بمياه البرك والمستنقعات

وعلى كل حال فإن نصف مساحة الواحة به تربات قليلة للزراعة بشكل اقتصادي بينما تشغل السحوت والبرك نحو ربع الواحة . أما الربع الباقي فتوجد به أهاط من التربات الملحية والرملية التي لا أمل في استصلاحها بشكل اقتصادي

هيدروجيولوجية الواحة

إن توافر العيون التي يفيض مائها في الأحساء كان السبب المباشر في نشأة الواحة وازدهار الحياة فيها . ولقد نشأت هذه العيون بفعل العمليات الكارستية في التكوينات الحجرية التي تعرضت لعمليات الإذابة^(٣٠) . كذلك فإن ميل الطبقات الرسوبية الحامئة لعمياء نحو الشرق أدى إلى زيادة ضغط المياه الجوفية إلى المستوى البيرومترى الذي يعلو فوق مسود العيون . ومن ثم تفيض به وتحجري بالحياة إلى باقي أراضي الواحة ويمكن نسع التكوينات الجيولوجية الحامئة للعمياء الجوفية بإقليم الأحساء وذلك من الأقدم (الأسفل) إلى الأحدث (الأعلى) على النحو التالي : شكل رقم (٥)

١ — تكوين الوسيح

يعود تدرج إرسابه إلى العصر الكرتاسي الأوسط^(٣١) وبلغ سمك رواسه ٥٨٠ متراً، ويمكن الوصول إليه بالحفر إلى عمق ١٠٥٧ متراً تحت سطح الواحة . ويغلب عليه الحجر الجيري في الطبقات السفلى ، بينما يغلب الحجر والطفل والطين على الرواسب العليا على أن الأمر المهم أن مياه الوسيح شديدة الملوحة بالأحساء ومن ثم فهي لا تصلح للزراعة ، حيث تصل ملوحتها إلى ٥٠٠٠ حره في المليون^(٣٢) بل إن ملوحتها قد تلع ٢٠٠٠٠٠ جزء في المليون قرب الخليج .

٢ — تكوين عرمة :

يرجع تكوين عرمة إلى الكرتاس الأعلى ، ويوجد سطح عدم التوافق به وبين رواسه

الوسيع من تحته ويغلب على رواسبه السفلى الحجر الرملي والمارل والدولوميت وهي تلغ في السمك ١٤٩ متراً بينما يغلب الخير على رواسبه العليا التي يبلغ سمكها ٢٣٤ متراً. ويمكن الوصول إلى تكويس عرمة تحت سطح الواحة نحو ٦٧٤ متراً. وتتميز مياه هذا التكويس بأن ملوحتها لا تتعدى ١٠٠٠ جزء في المليون^(٣٣)

وحيث أن أبار الأحساء لم تصل أعماقها إلى هذا المسور فإن حراش عرمة يعدّ واعدّاً بالخير في المستقبل.

٣ - تكويس أم الرضمة :

تكون صحوره من رواسب بحرية تعود إلى الباليوسين والأيوسين المبكر Paleocene Early Eocene ويصل إجمالي سمكها بالأحساء نحو ٣٨٥ متراً وتوجد على عمق ٢٩٠ متراً^(٣٤) ويغلب عليها الحجر الجيري والدولوميت

على أنه يمكن تمييز ثلاث مجموعات جيولوجية في تكويس أم الرضمة من حيث الحجرية وتعتبر المجموعة الأولى والثانية أقدمها وترجعان إلى البالي أوسين بينما تعود المجموعة الثالثة إلى الأيوسين المبكر^(٣٥)

ويلاحظ أن الصخور الحجرية تكويس أم الرضمة تظهر فيها التجاويف والكهوف الكارستية بكثرة. ولذلك كانت قدرتها كبيرة على حمل المياه وعلى التدفد أيضاً وهناك بالفعل اتصال هيدروليكي بين مياه أم الرضمة ومياه تكويس الدمام والبوحي

ويقدر الخبراء أن نحو ١٠ / من مياه عيون الأحساء تأتي من حراش أم الرضمة^(٣٦) وتتراوح ملوحة مياه هذا الحراش بين ٨٧٥ - ١٤٠٠ جزء في المليون على أن الملوحة تتزايد بزيادة العمق من ناحية وكلما اتجهنا شرقاً أو شمالاً من ناحية أخرى^(٣٧)

٤ - تكويس الرس :

رواسبه من أصل بحري أيضاً، وتعود إلى عصر الأيوسين. ولا يتعدى سمكها ٤٠ متراً في الأحساء^(٣٨) وتتكون رواسبه السفلى من الحجر الجيري والخير الدولوميتي بينما يغلب على طبقاته الوسطى المارل والخير مع بللورات الجبس أما رواسبه العليا فهي ذات سمك محدود ويغلب عليها الحجر الطباشيري المسامي^(٣٩).

وبلاحظ أن تكوين الرس قليل الأهمية من الناحية الهيدروولوجية . وتوجد رواسبه على عمق ٢٥٧ متراً بالأحساء .

٥ - تكوين الدمام .

يتسبب تكوين الدمام إلى عصر الأيوسين ، ورواسبه بحرية الأصل وتظهر بشكل متوافق فوق رواسب الرس^(٤٠) .

ويمكن أن نميز خمسة أعضاء جيولوجية فيه ، وهي من الأقدم إلى الأحدث كما يلي

• طفيل مبدرا الذي يمثل قاعدة التكوين سمك لا يتعدى ثلاثة أمتار

• طفيل سيلة وسمكه يقل عن سابقه .

• حبر قبولينا وهو حجر حيري أسمر اللون لا يتعدى سمكه المتر الواحد .

• تكوين الحجر وهو أهمها جميعاً ويلعب عليه المازل في رواسه السفلى بينما يغلب الحجر الجيري في طبقاته العليا .

• تكوين العلاء وهو أحدث رواسب الدمام وتتكون رواسه السفلى من المازل الغني بالمخلفات العنصرية بينما رواسه العليا تتكون من الحجر الجيري الدولوميتي المسامي ويظهر فيها العلباشير أيضاً .

على أنه يلاحظ أن مجموع سمك تكوين الدمام نحو ٧٢ متراً في إقليم الواحة . ويوجد على عمق ١٨٥ متراً تحت سطح الأرض ويلاحظ عما تقدم أيضاً أن صحوره الكربونية هي العالية بينما تظهر الطبقات الصماء الطفلية أسفل التكوين . ويلعب هذا الطفل دوراً في عزل مياه حزان الدمام عن مياه أم الرصمة من تحته وعلى الرغم من ذلك فإن الاتصال اإداني قد نشأ بين هذه الخزانات الجوفية بسبب عاملين هما :

— تعرض التكوينات الكربونية لعمل التعرية الكارستية خصوصاً في منطقة العيون بالأحساء .

— ردود العمل لمحبذ العوار التكتوني وما ترتب على ذلك من ظهور الشقوق والعواقب وخصوصاً في غرب الواحة^(٤١) .

والخدير بالذكر أن تكوين الحجر من الناحية الهيدروولوجية أكثر أهمية من تكوين

العلاء^(٤٢). وتتراوح ملوحة مياهه بين ١٠٠٠ و ٢٠٠٠ جزء في المليون. ويتراوح عمقه بين ٢٠٠ و ٣٠٠ متر تحت سطح الواحة.

وتستخدم مياه الخمر في الزراعة ومياه الشرب بالواحة إلا أنها تزداد ملوحة في أقصى الشرق وأقصى الجنوب^(٤٣).

٦ — تكوين النيوجين :

وقد سبق التعرف عليه عند تناول التراكيب الجيولوجية التي تظهر على سطح الأرض بالأحساء. ولكن الذي يعنينا الآن تناول خصائصه الهيدروجيولوجية

وتعود رواسه إلى عصري الميوسين واليوسين. وسمكها الإجمالي نحو ١٨٥ متراً وتتألف من ثلاثة تكوينات متميزة هي من الأقدم إلى الأحدث على النحو التالي :

أ) تكوين الهيدروك :

يتألف من رواسب بحرية تعود إلى الميوسين المبكر^(٤٤) ويصل أقصى سمكه إلى ٩٠ متراً. ويعلب عليه الحجر الجيري والرمل فضلاً على الطفل والمارل مع رمال طينية غصرة اللون. كما يظهر به بعض الصوان والجبس^(٤٥).

ب) تكوين الدام :

يغلب على رواسب الدام المارل كما توجد به طبقات الطفل والصلصال فضلاً على الصخور الرملية والحيرية وبعض الأصناف^(٤٦). وهي رواسب بحرية تعود إلى منتصف الميوسين. ويتراوح سمكها بين ٦٠ و ١٠٠ متر في الأحساء.

وتظهر رواسب الدام فوق سطح الأرض في بعض مساحات الأحساء الغربية وسبق ذكرها عند استعراض التراكيب الجيولوجية السطحية.

ج) تكوين الهفوف :

وهو أحدث رواسب النيوجين وتاريخه الجيولوجي يعود إلى عصري الميوسين المتأخر والبلايوسن. والجدير بالذكر أنه من الرواسب القارية. ويتوسع سمكه من منطقة لأخرى. على أنه يبلغ ٩٥ متراً غربي مدينة الهفوف^(٤٧) وقد سبق ذكر توزيعه الجغرافي.

على أنه يلاحظ أن رواسب المعوف قد تعرضت لكل صور التعرية خصوصاً التعرية الشاطئية البحرية^(١٨) وأعقبها التعرية النهرية إبان العترات الرطبة في أواخر السلايوسين واليلايوسينوسين. وتكثر الطواهر الكارستية في صحوره الجيرية حيث تكونت الكهوف والأفاق والفتحات الرأسية منها الأودية القصيرة جداً التي تقطع الكتل البارزة، فضلاً عن المدرجات الواضحة على طول أكتاف هذه الكتل^(١٩) كما لعبت التعرية اهوائية دوراً مؤثراً عندما حل الخفاف في أواخر السلايوسينوسين الحديث ويعد حران النيوجين المصدر الرئيسي للمياه الجوفية بالأحساء وسنة الإصلاح في هذه المياه نحو ١٤٠٠ حرة في المليون^(٢٠) وتقدر المياه التي تستخرج منه بحو ٢٢٧ مليون متر مكعب سوياً. وتستخدم في شتو الري والزراعة ومعظم هذه المياه تأتي من التدفق الطبيعي من العيون، بينما يصنع من هذه الكمية نفسها نحو ٧٠ مليون متر مكعب بالطلعبات كذلك فإن هناك كميات إضافية تستخرج من مياه تكوير النيوجين وتبلغ نحو ١٥ مليون متر مكعب سوياً، وهي تخصص لأغراض الاستهلاك المنزلي بقرى الواحة ومنها^(٢١). والجدير بالذكر أن السنوات الأخيرة قد شهدت هبوطاً في مستوى المياه بحران النيوجين، ويقدر ذلك ٧ ١/٢ متر.

ويحظى هذا الهبوط إلى كثافة استخراجه المياه من ناحية، وإلى الكميات التي تصبغ بالبحر في مناطق المسحات من ناحية أخرى. وتقدر المياه التي تصبغ بهذه الطريقة نحو ١٠٠ مليون متر مكعب سوياً^(٢٢).

موارد المياه بالواحة

تعتمد الواحة على العيون الطبيعية فضلاً عن الآبار الارتوازية وقد أشارت دراسات واكوتي WAKUTI عام ١٩٦٤/٦٣ م إلى أنه يوجد بإقليم الواحة ٤٩٨ مورداً مائياً جوفياً، تتضمن ١٦٢ عيناً و ٣٣٦ بئراً. ثم أشارت دراسات إيتال كونسلت Italconsult سنة ١٩٦٧ م إلى أن عدد تلك الموارد وصل إلى ٩٨٩ مورداً

مائياً منها ١٠٢ عيناً و ٨٨٧ بئراً أرتوازيّاً^(٥٣).

والواقع أن سنوات الستينيات الأولى الميلادية قد شهدت توسعاً في حفر الآبار داخل الواحة، الأمر الذي تسبب في تضروب بعض العيون. وعندما اتخذت الحكومة الخطوات التنفيذية لإقامة مشروع الري والصرف بالأحساء فإنها منعت في نفس الوقت حفر المزيد من الآبار داخل الواحة إلا للأغراض العامة^(٥٤).

واعتمد المشروع الجديد على الحصول على مياه الري من ٣٢ عيناً فقط وهي أهم عيون وأكبر عيون الواحة. وقد تساهلوا بالتنظيف والتجهيز الهندسي وربطها بشبكة قنوات الري.

وتقع العيون المشار إليها في نطاق يمتد بين الهفوف — المرز — المطيرفي ويوجد هذا النطاق غربي الواحة عند منسوب ١٤٥ متراً فوق سطح البحر على شكل مجموعتين هما :

- المجموعة الأولى وتضم ٢٢ عيناً وتقع داخل محيط لا يتعدى قطرة خمسة كيلو مترات، وذلك فيما بين مدينة الهفوف وقرية بني معر
- المجموعة الثانية ويمكن أن نسميها مجموعة عيون قرية المطيرفي، وتضم سبع عيون.

أما العيون الثلاث الباقية فإنها تقع مبعثرة فيما بين المجموعتين السابقتين. شكل رقم (٦)

ولعل الجدول رقم (٣) يفيّد في توضيح توزيع حجم الإيراد المائي السنوي المستخرج من عيون الأحساء عام ١٩٨٤ م وتوزيعه على قنوات الري الرئيسية، — والعيون التي تزود هذه القنوات بالمياه.

هذا، ويلاحظ أن المتوسط لحجم المياه المستخرجة من عيون الأحساء الرئيسية

يصل إلى ٢١٠ ملايين متراً مكعباً. وهذه الكمية تأتي إما عن طريق التدفق الطبيعي من العيون، وإما عن طريق محطات الرفع الثلاث (P1, P2, P4) العاملة على عيون (اللويحي — الحويرات الحارة).

على أن هناك مياه ري إضافية أخرى ترفعها بعض الطلمبات الصغيرة الموسمية خلال شهور الصيف. وقد أقامها مشروع الري والصرف بالأحساء لضخ بعض المياه من عيون (الجوهريه — أم سبعة — منصور — باهلة — زمبور)^(٥٥).

كذلك فقد اضطرت هيئة المشروع إلى إعادة استخدام بعض مياه الصرف لأغراض الري على الرغم من ارتفاع نسبة الأملاح فيها، والتي تتراوح بين ٣٦٠٠ — ٤٧٣٠ جزءاً في المليون^(٥٦) وكان ذلك بسبب نقص الحاد في مياه الري أثناء الصيف خصوصاً في شرق الواحة. وقد أقيمت بالفعل بعض الطلمبات لرفع مياه المصرف D2 ودفعها إلى قناة الري F1. 2 AD التي تروي المزارع القائمة غربي جبل القارة. كما ترفع مياه المصرف نفسه إلى قناة الري F1. AN 1. في غرب مدينة العمران^(٥٧).

ولعل الجدول رقم (٤) يوضح جملة مياه الري من جميع المصادر المتاحة بمشروع الأحساء في السنوات الأخيرة.

والجدير بالذكر أن حجم الموارد المائية المتاحة للري في الواقع العملي أكبر من تلك الأرقام الواردة بالجدول رقم (٤). لأن هناك المنات من الآبار الخاصة التي يديرها الأهالي داخل مزارعهم بالواحة، فضلاً عن العشرات من العيون الصغيرة والآبار الفوارة.

جدول رقم (٢)

يوضح توزيع عيون الأحساء التي تم قنوات الري الرئيسية بالمياه وحجم الإيراد السنوي في عام ١٩٨٤ م وحصة كل قناة منه

انحاء	حصة التصريف المائية في السنة مليون متر مكعب /	العيون التي تم كل قناة
F 1	٧٠.٦	٣٤.١
		٢١ عين هي الحدود - حفل - حديرة - أمي - أم عريش - أم سف - حد - عاصد - راس إمارة أم رمي - سياب - شيطيه - سابل - حدورية - لويحي - زابر - طالب - روحح - أم الفلف - مباحه
F 2	١٤.٤	٧
		عين حوهرية
F 3	٤.٤	٢.١
		عين الحارة
F 4	١٩.٩	٩.٦
		عين منصور - عين ناصر
F 5	١٣.٥	٦.٣
		عين أم سعه
F 6	٣.٦	١.٨
		اعون - سور - أبو ناصر - جحجح - حد - حديرة
F 7	١١.٤	٥.٥
		عين دقنه
P 1	١٩.٩	٩.٦
		بالصنح من عين لويحي
P 2	١٢.٨	٦.٢
		بالصنح من عين الحويرات
P 4	٣٦.٩	١٧.٨
		بالصنح من عين الحارة
الحصة السوية	٢٠٧.٥	١٠٠
		٣٢ عيناً

- المصدر الأبحاث المائية بمشروع الري والصرف فضلاً عن المتابعة الميدانية من الباحث.
- ملاحظة . العيون التي ترفع المصحات منها الماء تزود أيضاً قوات أخرى بالانسياب الطبيعي.
- ويلاحظ أن (P 3) لا توجد داخل المشروع وإنما في منطقة البحيرة شمال المجهوف . بواحة السيفه .

جدول رقم (٤)

يوضح مياه الري المتاحة أمام مشروع الأحساء من كل المصادر
في السنوات الأخيرة

حجم المياه بملايين الأمتار المكعبة	السنة
٢٢٥	١٩٧٤
٢٢٧	١٩٧٥
٢١٩	١٩٧٦
٢٣٢	١٩٧٧
٢٣٠	١٩٧٨
٢٢٥	١٩٧٩
٢٣٦	١٩٨٠
٢٢٩	١٩٨١
٢١٢	١٩٨٢
٢١٨	١٩٨٣
٢١٥	١٩٨٤
٢٢٤,٣	المتوسط السنوي

(المصدر . قسم الأبحاث بمشروع الري والصرف بالأحساء)

وتشير أحدث البيانات الرسمية إلى وجود ٥٦٢ شراً خصوصية، فضلاً عن ١٤٠ بئراً فواراً يستعملها المزارعون بمعرفة^(٥٨)

ولكن الأمر المهم أن العيون الصغيرة والأنار الفوارية يتوقف عطاؤها المائي في شهور الصيف، حيث يفيض ماؤها بسب هبوط منسوب المياه الجوفية بسبما تفيض بالماء خلال شهور الشتاء. ولا شك أن هبوط المنسوب خلال الصيف ناتج عن كثافة سحب المياه بوسائل الضخ الميكانيكية. ويصعب الآن حساب كمية المياه التي يسحبها الأهالي عن طريق آبارهم الخاصة بشكل دقيق.

ومهما يكن من أمر فإن طرق استخراج المياه الجوفية تتعدد داخل وحدة الأحساء. على أن التدفق الطبيعي من العيون هو أهمها على الإطلاق، لأنه يساهم في المتوسط بنحو ٦٢٪ من جملة مياه الري. بينما تساهم محطات الرقع الثلاث الكبيرة بنسبة ٣٠٪ في حين تختص الطلمعات الموسمية التي يديرها المشروع صبعاً بنسبة ٥٪. وأخيراً فإن باقي مياه الري تأتي من ضخ مياه الصرف وهي تعادل ٣٪.

وبالتطبع فإن السب السابقة تختلف باختلاف فصول السنة. فأتناء الصيف تشد الحاجة إلى مزيد من مياه الري ومن ثم تتعظم مساهمات صحح المياه ويحدث العكس في الشتاء. وعلى كل حال فإن استخراج المياه يصل ذروته خلال شهر يونيو (حزيران) بسبما يتدنى إلى أقل قدر خلال شهر فبراير (شباط) من كل سنة. فمحجم مياه الري خلال فبراير (شباط) يبلغ ١٢,٧ مليون متراً مكعباً ونحو ٢٣ مليوناً خلال شهر يونيو (حزيران)^(٥٩).

ولعل من المناسب دراسة بعض خصائص المياه الجوفية نالواحة وخصوصاً ما يتعلق بعمرها وحرارتها وملوحتها وإمكانات حرارتها الجوفي

عمر مياه الأحساء :

تشير التحاليل التي أجريت على عينات من مياه العيون، أنها في معظمها مياه حميرة قديمة Fossil Water وتختلط بها مياه أحدث لا تتجاوز نسبتها ٥٪^(٦٠) وتعد مياه الأحساء مزيجاً من هذا الخليط^(٦١).

وقد استخدم الكربون المشع ١٤ في تقدير عمر المياه ببعض العيون الرئيسية وقد جاءت النتائج على النحو الموضح بالجدول رقم (٥)

ويلاحظ على هذه الأعمار أنها تميل إلى القدم باتجاه الشمال، فمياه عيون منطقة المغفوف أحدث نسبياً من مياه العيون القريبة من قرية المطيرفي.

وتأتي معظم مياه العيون من حزان السيوحين الذي يتراوح عمر مياهه بين ١٠ - ٢٠ ألف سنة بينما يتراوح عمر مياه الحبر بين ١٥ - ٣٠ ألف سنة. في حين تتراوح في أم الرضمة بين ١٧ - ٣٠ ألف سنة^(٦٢).

ويلاحظ أن مياه الحبر وأم الرضمة تمجد طريقها إلى عيون الأحساء بسبب الاتصال الهيدروليكي مع تكوين النيجين^(٦٣). ويحدث هذا حيثما توحد التصدعات في غرب إقليم الواحة عند مجذب الفوار من ناحية، وحيث تكثر الكهوف الكارستية في منطقة العيون من ناحية أخرى.

جدول رقم (٥)

بوصح عمر مياه بعض العيون باستخدام الكربون المشع ١٤^(٦١)

العمر بالسنوات	العين
١٤٤٠٠	الحدود
١٦٠٠٠	الحفل
٢٥٣٥٠	الحارة
٢٧٣٠٠	الخوهرية
٢٩٦٠٠	أم سبعة

درجة حرارة المياه بالواحة :

إن دراسة درجة حرارة المياه الجوفية لها أهمية خاصة، لأنها تكشف عن مصادر هذه المياه

وعن طبيعة الخزانات التي أنت منها . ويلاحظ أن درجة الحرارة تزداد بزيادة العمق بشكل عام . ويصل المعدل إلى درجة مئوية واحدة لكل ٣٠ متراً^(٦٥).

ولذلك كانت المياه الحارة في العيون دليلاً على أنها آتية من خزانات جوفية عميقة . صحيح أن ارتفاع درجة الحرارة في المياه الجوفية له أسباب طبيعية وهيدرولوجية وكيمائية أخرى . إلا أن عامل العمق هو أهم تلك الأسباب .

وعند استعراض درجة حرارة مياه العيون بالواحة نلاحظ أن أقلها حرارة هي مجموعة العيون التي تقع بين مديسة المحفوف وقرية بني معن . حيث تتراوح بين ٦, ٣٠ م عند أقل العيون حرارة ، و ٧, ٣٢ م عند أكثرها حرارة .

أما مجموعة عيون المطيري التي تقع شمال المحفوف بنحو ١٢ كيلو متراً فيلاحظ ارتفاع درجة حرارة مياهها بنحو ٦ درجات أكثر من حرارة المجموعة السابقة . وتتراوح بين ٩, ٣٤ م عند أقل العيون حرارة و ٧, ٣٨ م عند أكثرها حرارة .

أما العيون القليلة الباقية الواقعة فيما بين المجموعة الأولى والثانية فتتسم درجة حرارة مياهها بأنها وسط . إذ أنها تتراوح بين ٣, ٣٤ م عند عين الجوهريية و ٤, ٣٦ م عند عين ناصر^(٦٦).

ويعني هذا التوزيع أن مياه العيون تزداد حرارتها كلما اتجهنا إلى الشمال كما ترتفع حرارتها إلى حد ما باتجاه الغرب أيضاً .

ويمكن تفسير هذه الظاهرة على أساس أن مياه الخزانات العميقة تصعد إلى أعلى وذلك في عرب الواحة نتيجة للضغط الارتوازي Artesian Pressure ثم تتجه المياه الحارة صوب الشمال الشرقي ونحو الشرق قاصدة إقليم الواحة . عل أن هذه المياه الحارة لا تتقدم نحو الشمال أو نحو الشرق ماكثر من منطقة العيون . وذلك بسبب تدهور النفاذية decrease of permeability لتكوين النيوجن في نطاق يطوق إقليم العيون من الشرق والشمال^(٦٧).

كذلك فإن المياه الحارة تفقد بعض حرارتها نتيجة عاملين : الأول هو طول الرحلة ، والثاني والأهم هو اختلاطها بمياه أبرد . ويرى الخبراء أن المياه الحارة تذهب مباشرة إلى عيون المطيري . بينما تقطع رحلة أطول نسبياً لتصل إلى عيون شرق المحفوف . فتقل حرارتها . بل إن الرحلة إلى عيون المحفوف تتيح للمياه الحارة الاختلاط بمياه أحدث منها وأبرد . وتأتي المياه

الباردة من رواسب الدام . وتظهر رواسب الدام (بيوجين) في جنوب غرب الواحة عدد مسور ٢٤١ متراً فوق سطح البحر ، ويتسرب خلالها كميات من المياه الحديثة (١٨) ويدعم هذه النظرية أن نسبة الملوحة تنخفض في هذا القطاع من أرض الواحة . (الخوب الغربي).

الملوحة في مياه الأحساء ،

لئن احتلقت نسبة الملوحة في مياه العيون إلا أنها تليق في المتوسط ١٥٧٠ جزءاً في المليون . وتقع أقل العيون ملوحة في الخوب الغربي من الواحة بالقرب من المصروف ، خصوصاً مياه عين الحدود وعين الحقل ، حيث تصل ملوحتها إلى ١٤٣٠ جزءاً في المليون أما العيون الأكثر ملوحة فيوجد بعضها قرب قرية سي معر ، ويوجد البعض الآخر قرب قرية المطيري . وتعدّ مياه عين المشيطة أكثر ملوحة من باقي العيون ، إذ تبلغ نسبتها ١٧٥٥ جزءاً في المليون (١٩) .

معنى هذا أن نسبة الملوحة في مياه العيون تزداد في واحة الأحساء باتجاه الشمال مرة وباتجاه الشرق مرة أخرى . وهذا يتوافق مع اتجاه الانحدار هيدروليكي للمياه الجوفية . هذا الانحدار الذي يتجه من الجنوب الغربي نحو الشمال الشرقي . ومن المثير أن تساعد المسافة الطويلة التي تقطعها المياه عن زيادة نسبة أملاحها الذاتية .

كذلك فقد ثبت وجود مياه حديثة Fresh Water في جنوب غرب الواحة ولا تتعدى نسبة ملوحتها ١٠٠٠ جزء في المليون . ومن شأن ذلك أن يقلل من نسبة الملوحة في هذا الجزء وخصوصاً في عين الحدود وعين الحقل .

هذا ، وتختلف كذلك نسبة الأملاح في مياه الأنار الأتوارية بحسب اختلاف عمقها . وتزداد الملوحة مع زيادة العمق بشكل عام

عل أن الاختلاف الجوهري في ملوحة الأنار يحدث بشكل واضح بسبب اختلاف نوع الخزان الجوفي الذي يعمل عليه الشر . فمياه البيوجين قد تصل ملوحتها القصوى إلى ٢٥٠٠ جزء في المليون ، في حين تتراوح في مياه الخبر بين ١٥٠٠ و ٢٥٠٠ ، وفي مياه أم الرضمة بين ١٠٠٠ و ٣٥٠٠ جزء في المليون .

الجدير بالذكر أن نسبة الملوحة في مياه الأحساء تتجه نحو الزيادة بشكل عام في السنوات الأخيرة (٧٠).

ومهما يكن من أمر، فإن استخدام المياه الجوفية بهذه المواصفات يعني إضافة كمية من الأملاح تزيد سنوياً عن ٣٥٠ ألف طن، وهي تصل إلى الأرض الزراعية عن طريق الري. إلا أن عمليات الصرف تعيد تماماً في سحب كميات أكبر من الأملاح المذابة. وتقدر بأكثر من ٤٤٠ ألف طن سنوياً، حيث تحملها مياه المصارف إلى خارج الواحة ومعنى هذا أن توازن الأملاح Salt Balance قد أصبح في صالح تحسّن خصوبة التربة الزراعية مدّ تنفيذ مشروع الري والصرف بالأحساء.

ويمكن توضيح طريقة حساب ميزان الأملاح في الواحة على النحو التالي :

(أ) حساب الإضافة : Ingoing

تبلغ كمية مياه الري في المتوسط نحو ٢٢٥ مليون متر مكعب في السنة ونسبة ملوحة هذه المياه ١٥٧٠ جزءاً في المليون. ومن ثم تكون جملة الأملاح الآتية إلى الأرض الزراعية مع مياه الري نحو ٣٥٣ ألف طن كل عام.

(ب) حساب النقص : Outgoing

يتم الصرف في معظمه من خلال مصرفين هما :

— المصرف الأول D 2 الذي يتجه شرقاً نحو بركة الأصغر المألحة. ويبلغ حجم تصريفه السنوي من المياه ٧٩,٩ مليون متر مكعب ونسبة الملوحة فيه تصل إلى ٣٦٤٠ جم م (٧١). ومن ثم فإنه يحمل إلى خارج الواحة كمية من الأملاح تصل إلى ٢٩١ ألف طن كل عام. شكل رقم (٧).

— والمصرف الثاني D 1 الذي يتجه إلى الشمال نحو بركة أخرى. ويبلغ حجم تصريفه المائي السنوي نحو ٣٥ مليون متر مكعب وتبلغ نسبة ملوحة مياهه ٤٤٢٠ جزءاً في المليون (٧٢) فيكون حجم الأملاح التي يحملها هذا المصرف إلى خارج الواحة نحو ١٥٥ ألف طن في السنة.

وهذا معناه أن عمليات الصرف تربل من الأرض الزراعية كمية إجمالية من الأملاح تصل إلى ٤٤٦ ألف طن كل عام.

وبالنظر إلى طري ميزان الملوحة يتضح أن النقص يفوق الإضافة بنحو ٩٣ ألف طن سنوياً. الأمر الذي يجعل هذا الميزان لصالح تحجير التربة وتقليل ملوحتها

ولا شك أن هذه النتيجة تمثل أعظم مجربات مشروع الري والصرف بالأحساء. فقد تم كسر الدائرة الشريرة المتمثلة في الريادة المستمرة لملوحة التربة بسب الري بمياه العيون والآبار ذات الملوحة العالية.

وصار المشروع يدير الري والصرف على أساس يضمن إزالة جميع الأملاح القادمة إلى الواحة مع مياه الري من ناحية، وسحب هام ومتنظم من الأملاح المتراكمة بها منذ آلاف السنين من ناحية أخرى.

تقسيم إمكانات الخزان الجوفي بالواحة.

بررت الحاجة إلى تقسيم حجم حزان المياه الجوفية في الأحساء وذلك من أجل التخطيط السليم لاستخدام الأرض الريفي بها. خصوصاً بعد أن ثبت أن حطط واكوتي WAKUTI عام ١٩٦٤م لري ٢٠ ألف هكتار كانت تعوزها دقة المعلومات الهيدرولوجية. فقد أكد الواقع العملي بعد قيام مشروع الري والصرف أن شرق الواحة يعاني من نقص في مياه الري يصل إلى متر مكعب واحد لكل نايبة^(٧٣) (٣١٠.٠ مليون متر مكعب في السنة).

ولذلك فقد كثفت الجهود العلمية، كما حفرت الآبار الاستكشافية بهدف تقدير حجم المياه الجوفية بالإقليم. وتم حساب المعدل السوي للمياه المستخرجة من جميع المصادر الحكومية والأهلية، في حدود ٩,٣ م^٣/ث. (٧٤) — (= ٢٩٣ مليون متر مكعب في السنة). واعتبر العلماء المختصون أن هذه الكمية تمثل المكافئ لحجم الخزان الجوفي في الواحة. وأن سحبها لا يخل بطبيعة هذا الخزان ولا يسبب أي تدهور به، على اعتبار أنه يتم إفراعه وامتلاؤه مرة واحدة كل سنة^(٧٥).

على أنه يلاحظ أن الخزانات الجوفية المفتوحة تتحرك المياه إليها ومنها وذلك تحت سطح الأرض. أما المياه التي تنشق منها فوق السطح فهي تمثل الفرق بين الكمية التي دخلت إلى الخزان والكمية التي تحركت منه داخل الطبقات.

ومعنى هذا أن استخراج مياه للري في حدود ٩,٣ م^٣/ث في عموم الواحة يضمن

استقرار الخزان الجوفي . ومن ثم لا يمكن قبول التوسع في سحب المياه عن هذا المعدل ، وإلا تدهورت خصائص الخزان وهبطت مناسبة ، وجفت كل العيون وثبت علمياً أن مياه الأحساء من النوع الحفري القديم . الأمر الذي يتطلب التشديد في الاستخدام والحفاظ على هذه الثروة العزيرة .

وهناك بعض الإجراءات العملية في هذا الشأن . ومنها على وجه الخصوص إيقاف سحب المياه من خزان الوسيح لحقتها في حقول البترول ، حتى لا يتأثر الضغط البزومتري بعيون الأحساء . وقد توقعت هذه العمليات بالفعل بعد تدخل الحكومة .

كذلك فقد أصبح التفكير بدور حول إمكانية عمل سد صناعي بطوق الواحة من أقصى الشرق ليمسح مياه النيجرين داخل الطبقات بعيداً عن الواحة نحو الخليج العربي . ومن شأن هذا السد أن يرفع ماسيب المياه في آبار وعيون شرق الواحة ، وتوفير المياه اللازمة للزراعة^(٧٦) .

تأثير الموارد المائية على استخدام الأرض الريفي بالواحة

لما كانت واحة الأحساء تقع في الساح الصحراوي الحار ، ولا يكاد يصل متوسط مطرها السنوي إلى ثمانية سنتيمترات ، فإن الموارد المائية الجوفية من العيون والآبار تمثل بحق أهم ضابط طبيعي يؤثر على الاستخدام الريفي لأراضيها . ويتحلل هذا التأثير مباشرة على حيز الرقعة المزروعة ، وعلى نوعية العلات مثلما يظهر التأثير على الاتجاهات الحديثة في استخدام الأرض وعلى خطط التنمية الريفية بوقليم الأحساء .

ويمكن دراسة هذه التأثيرات على النحو التالي :

(١) دور المياه الجوفية في تحديد حيز الرقعة الزراعية .

لقد قام في واحة الأحساء مد آلاف السنين مجتمع زراعي مستقر يعتمد على الري من مياه العيون . وكانت المياه تنساب طبيعياً في العديد من المجاري التي تنبع من العيون في غرب الواحة ، وتتجه مع انحدار الأرض الهادي صوب الشرق وصوب الشمال . وكان الأهالي يروون مزارعهم بالغمر الطبيعي في معظم أراضي الواحة . كما كانوا في المناطق الغربية العالية نسبياً يرفعون المياه إلى مزارعهم بالوسائل التقليدية . وتتمثل في رفع المياه يدوياً أو

باستخدام الحيوان خصوصاً الحمل والحمار في عملية كان يطلق عليها (مركب الصدر) أو التصدير^(٧٧) ولم يكن الناس يمارسون نظاماً موحداً مستقلاً للصرف أو لتجميع المياه الزائدة بعيداً عن الأرض الزراعية. وإنما كانت المزارع المجاورة للمباني تنري بأوقر المياه وأجودها. ثم تساب منها مياه الصرف الزائدة لتعود مرة أخرى إلى المجاري المائية وقنوات الري التي تنح إلى المزارع المجاورة لتقوم سرياً. وكانت تتم هذه العملية من سرعة إلى أخرى. وهكذا كانت الأراضي الزراعية في شرق الواحة وفي شياها تنري بمياه سبق استخدامها، ومن ثم فقد قلت كمياتها كما زادت ملوحتها.

ومرور السي تدهورت مساحات من الرقعة الزراعية المحدودة بسبب الأسلوب البدائي في الري والصرف. ومن ثم زادت ملوحة المياه والتربة معاً. كذلك فقد اتسعت مساحات البرك والمستنقعات نتيجة لسوء الصرف مرة. وسبب الرمال المتحركة التي تسد القنوات والمجاري المائية مرة أخرى كما طمرت بعض الأراضي الزراعية تحت الرمال وفي ظل هذه الظروف فقد عانى مزارعو الأحساء من تناقص الرقعة الزراعية ورحف الرمال وتدهورت حصوية التربة بالإضافة إلى تفشي الأمراض بسبب المستنقعات.

وعمدت الحكومة إلى التصدي لتلك المشكلات من خلال مشروع الري والصرف بالأحساء. وافتتح المشروع في عام ١٣٩٢هـ وتحققت منه إنجازات كثيرة. فقد احتضت أساليب الري التقليدي، كما حلت القنوات الأسمتية محل قنوات الري الترابية، وضبطت بدقة ماوسات عادلة للري، كما شقت شبكة من المصارف تعطي جميع أراضي المشروع وردمت معظم البرك ومهدت الطرق الزراعية ورصعت الطرق الرئيسية بها. وعطيت المصارف بالقرب من القرى والمدن حفاظاً على الصحة العامة وسلامة البيئة كما نفذ مشروع خاص لثبيت وحجر الرمال^(٧٨). شكل رقم (٨)، (٩).

عل أن المشروع لم يتمكن من تحقيق هدفه المشود في التوسع الأفقي وزراعة ١٢ ألف هكتار إضافية. عل الرغم من أنه قد مد إليها قنوات الري الأسمتية وشق فيها المصارف. ولم يتحقق هذا الهدف بسبب نقص مياه الري اللازمة. فقد ثت هيئة إدارة المشروع أن التوسع في صح المياه بالواحة يتسبب عه هبوط مسوب المياه بالعيون وقد يتهدد التدفق الطبيعي منها بالتوقف^(٧٩).

وهكذا يتضح أن كمية المياه الجوفية المتاحة تتحكم في حيز الرقعة المزروعة بالفعل بواحة الأحساء .

ويوضح الجدول رقم (٦) القوات الرئيسية للمشروع والتصرفات المائية السنوية لمارة بكل منها والمساحات المزرعة بالفعل في رمام كل واحدة ، وذلك في السنوات الأخيرة

جدول رقم (٦)

يوضح قوات الري بمشروع الأحساء ورمام كل قناة وكمية المياه السنوية لمارة بها والمساحة المزروعة ونسبتها المثوية ومصيب الهكتار من المياه^(٨٠)

كمية الماء السنوية (مليون متر مكعب) ١٤٠٤ هـ	رمام القناة (هكتار)	المساحة المزرعة بالفعل (هكتار) ١٤٠٠ هـ	النسبة المثوية للمشروع من رمام أحده	متوسط كمية الماء لكل هكتار سنويا (ألف متر مكعب)
F1 ٧٠,٦	٦٣٩٠	٣٣٤٤	٥٢,٣	٢١,١
F2 ١٤,٤	٧٧٣	٣٩٩	٥١,٦	٣٦,
F3 ٤,٤	٢٢٩	١١٧	٥١,١	٣٧,٦
F4 ١٩,٩	٥٩٣	٣٧٨	٦٣,٧	٥٢,٦
F5 ١٣,٥	١٦٩٩	٥٦٦	٣٣,٣	٢٣,٩
F6 ٣,٧	٤٦٥	١٨٤	٣٩,٦	٢٠,١
F7 ١١,٤	٣٢٥	٢٢٢	٦٨,٣	٥١,٣
P1 ١٩,٩	١١٧٧	٦٩٠	٥٨,٦	٢٨,٨
P2 ١٢,٨	٧٤٢	٤٦٩	٦٣,٢	٢٧,٣
P4 ٣٦,٩	١٠٤١	٧٢٧	٦٩,٨	٥٠,٨
الجملة ٢٠٧,٥	١٣٤٣٤	٧٠٩٦	٥٢,٨	٢٩,٢

ويتضح من الجدول السابق رقم (٦) أن المساحة المزروعة لا تزيد كثيراً عن نصف المساحة العامة للمشروع. على أن النسبة تتفاوت من قناة إلى أخرى بحسب كمية المياه المتاحة للقناة من ناحية وبسبب مساحة زمامها من ناحية أخرى. وتعتبر القناة P 4 أفضل القنوات حيث يزرع من جملة زمامها نحو ٧٠٪ وهي تتروء بالمياه من حزان عين الحارة الذي ينسج إلى ١٥٠٠٠ ألف متر مكعب. وترفع إليه المياه عن طريق محطة للضخ، تعمل بها خمس طلمبات ضخمة، وتقع شمال مدينة المرر، وتليها على الترتيب القنوات F7 و F4 و F2.

ويلاحظ أن متوسط نصيب الهكتار المروء بالفعل من مياه الري بالمشروع يريد قليلاً على ٢٩ ألف متر مكعب في السنة على أن هذا المتوسط قد يرتفع في بعض القنوات إلى أكثر كم بـ ٢٥ ألف متر مكعب عند أفضل القنوات، وقد يقل إلى نحو ٢٠ ألف متر مكعب عند القنوات التي تعاني من نقص مياه الري. وعمدئذ قد تتدنى المساحة المزروعة إلى نحو ثلث الزمام عند مثل هذه القنوات. وهكذا يتأكد دور المياه في التحكم في حيز الرقعة المزروعة بالفعل في واحة الأحساء شكل رقم (١٠)

ب) دور المياه الجوفية في تحديد نوعية الغلات

لئن كانت مياه الواحة ذات ملوحة بلغ متوسطها ١٥٧٠ جره في المليون^(٨١)، فإن الغلات المزروعة تتحدد على أساس تحملها هذه الملوحة وهي عالية على كل حال. ولذلك كان التحيل وطائفة من أشجار العاكمة الأخرى هي النمط العالب في المركب المحصولي بمعظم أجزاء الواحة. كما تزرع علات أخرى تتكيف مع نوعية هذه المياه مثل الأرز والبرسيم وطائفة متنوعة من الخضروات. وقد مارس الأهالي وحتى الآن زراعة التحيل الذي يمثل القاسم المشترك في جميع المزارع. وتتميز شجرة التحيل بقدرتها على النمو في كل أنواع التربة^(٨٢) كما أنها تتحمل ملوحة المياه. ويررع معها أحياناً شكل محتلط أشجار مثل الرمان والموالح والحوخ والتين والعنصب والمشمش والنسق والتوت فضلاً عن الغلات الحقلية الأخرى.

هذا، ويبلغ عدد أشجار العاكمة بمشروع الأحساء ٤، ٣ مليون شجرة في عام ١٤٠٠ هـ يحتل التحيل المركز الأول منها بنحو ٤٨٪ من هذا العدد ثم الرمان بنحو ١٩٪، والتربح ٨٪، والحوخ ٧٪ ثم التين والعنصب فلكل منها نسبة ٤٪، كما أن نحو ٣٪ من عدد

الأشجار الكلية هي من الليمون و ١٪ من المشمش والباقي من أشجار متنوعة^(٨٣) ويشغل التحيل في الواحة مساحة نلع ٤٥٤٧ هكتاراً ما يعادل ٦٤٪ من حيز الرقعة المترعة بالمشروع عام ١٤٠٠هـ.

أما المحاصيل الحقلية فهي تتمثل في البرسيم والأرز الحساوي والبصل والقليل من القمح وبلغ إجمالي مساحتها جميعاً في تلك السنة ١٥٥٤ هكتاراً، أي نحو ٢٢٪ من الأرض المترعة

على أنه يلاحظ أن البرسيم يحتل المركز الثاني بعد التحيل من حيث الأهمية والمساحة. وبعد محصوفاً تقديراً، إذ يشتد عليه الطلب لثعبدة الحيوانات في الواحة والبادية على حد سواء.

وكانت مساحته عام ١٤٠٠هـ ١٢٥٩ هكتاراً أي نحو ١٧,٧٪ من حلة المزروع بالمشروع ثم يأتي الأرز الحساوي في المركز الثالث من حيث المساحة بالرغم من تصاؤل مساحته في السنوات الأخيرة إلى ١٥٢ هكتاراً فقط وعلى الرغم أيضاً من أنه مرغوب جداً عند الأهالي. ويرتفع سعره إلى أكثر من عشرة أصعاف سعر الأنواع المستوردة من الأرز. والأهالي يعتقدون أن الأرز الحساوي له مبررات خاصة ولذلك فهو يقدم للأمهات عقب الولادة، كما يقدم فقط على موائد الخاصة من الناس. أما البصل فمساحته تبلغ نحو ٩٦ هكتاراً، والقمح نحو ٣٣ هكتاراً.

وفيما يتعلق بالحضروات، فقد صارت مساحتها لا تكاد تبلغ ألف هكتار أي نحو ١٤٪ من الرقعة المترعة بالعمل عام ١٤٠٠هـ. وتربد أنواع الخضروات التي تروغ في الواحة إلى أكثر من عشرين صنفاً وتكثفها الطهاطم التي بلغت مساحتها عام ١٤٠٠ ما يقرب من مساحة الأرز (١٥٠ هكتاراً) ويلبها على الترتيب القرعيات والبادنجان والخس والبامية والكوسة ثم الجزر فالحليار.

وقد يكون من المناسب استعراض تطور التركيب المحصولي في واحة الأحساء قبل قيام المشروع وبعده. ويفيد الجدول رقم (٧) في توضيح ذلك :

جدول رقم (٧)

يوضح تطور التركيب المحصولي في واحة الأحساء

المحصول		المساحة في ١٩٦٣م (٨٤) (دراسات واكتي عام ١٩٦٤)		المساحة في ١٩٦٨م (٨٥) دراسات بالكوسلف (١٩٦٩م)		المساحة في عام ١٩٩٠م (٨٦) لحصر الشامل بالمشروع ١٩٩٠م	
		هكتار		هكتار		هكتار	
التبجل		٤٧٥٠		٣٨١٥		٤٥٤٧	
التربسيم		٨٨٠		١٦٢٥		١٣٥٩	
الأرز		١١٥٠		٥٨٠		١٥٢	
الخضروات		١٢٢٠		١٠٥٠		٩٩٥	
محاصيل أخرى		—		—		١٤٣	
الجملة		٨٠٠٠		٧٠٧٠		٧٠٩٦	
		١٠٠		١٠٠		١٠٠	

ويتضح من الجدول رقم (٧) ما يلي:

— أن التبجل هو الغالب على التركيب المحصولي بالواحة إلا أن سته أخذت في الزيادة في السنوات الأخيرة، لأنه يتحمل أكثر من غيره عمر المياه ويتفق المزارعون دعماً من الحكومة عند زراعته.

— كان التربسيم يشغل عُشر المساحة الزراعية ثم تزايد إلى نحو ربعها، وأخيراً تعرض إلى بعض النقصان لأنه محصول حساس لكمية وبوعية المياه.

— تدهورت مساحة الأرز إلى نحو عُشر ما كانت عليه قبل قيام المشروع ولا شك أن السبب يكمن في نقص المياه من ناحية وتوزيع المياه وفق مقننات عادلة بإشراف مشروع الري والصرف من ناحية أخرى. فلفقد اختفت خطوة المساحات القريبة من العيون التي كانت تتمتع بها في الماضي على حساب باقي الواحة. كما أن الأرز غلة شرهة للمياه،

— تتسم مساحة الخضروات بالاستقرار إذ تشغل نحو ١٥٪ من الرقعة المزرعة على الرغم من تناقص مساحتها بعض الشيء في السنوات الأخيرة.

ج) تأثير الموارد المائية على الاتجاهات الحديثة في استخدام الأرض :

يلاحظ في السواحل الأحياء اتجاه بعض المستثمرين في الأحساء إلى استثمارات زراعية غير تقليدية ويشتمل في مشاريع الزراعة في البيوت المحمية ، وفي مشاريع الثروة الحيوانية بهدف إنتاج الألبان أو الدواجن ، فضلاً عن مشاريع الزراعة بالري بالرش .

ولا تستهلك هذه المشاريع كميات من المياه تمثل الكميات الهائلة التي تفقد في الزراعة المروية التقليدية . وهكذا كانت التحولات الحديثة متوائمة مع الرعة في ترشيد استخدام المياه بإقليم الأحساء والمملكة بشكل عام . ويمكن تقسيم هذه الاتجاهات على النحو التالي :

١ - الزراعة في البيوت المحمية :

تشهد الأحساء إزدهاصات طيبة للزراعة داخل بيوت من الفرجلاس والبلاستيك بقرص إنتاج المحاصيل على مدار السنة . وقد أثبتت الدراسة الميدانية أن إقليم الأحساء (الواحة والمساحات المجاورة لها مباشرة) به ستة مشاريع . يوجد مشروعان منها داخل الواحة الأولى في مزرعة أرامكو قرب القرين والثاني يسمى مشروع الرويدح ويقع شرقي سي معن أما الأربعة الأخرى فتقع في منطقة العويبة جنوب الواحة مباشرة ، على خط المرفوع قطر . وقد قسمت الحكومة مخطط العويبة الزراعي رقم (٢) ليحفف الضغط على أراضي الواحة . وجعلت المزرعة الواحدة في حدود خمسة هكتارات على الأقل . وتعتمد على الري بالآبار^(٨٧) ، ويسرع في مشاريع البيوت الخبار والطباطم والكوسة والعلفل ، وتقدر تكاليف المتر المربع بنحو يتراوح بين ٢٥٠ و ٣٥٠ ريالاً^(٨٨) . كما يقدر الانتاج السنوي بنحو ٣٠ كيلو حراماً لكل متر مربع^(٨٩) . وقد أثبتت دراسات الجدوى الاقتصادية نجاح هذه المشاريع . ولعل أهم ميزة لها أنها تستهلك من المياه نحو ٤٠٪ من كمية المياه التي تستهلكها الزراعة التقليدية . كما أنها زراعة تتحرر نوعاً من الصوائط الملاحية ، حيث ترزع المحاصيل عن مدار السنة لأنها تقوم داخل بيوت مكيفة اهواء . وتتم فيها برعاية جميع عمليات الري والتسميد بما يتفق وحاجة النبات . ويشرف عليها مهندسون زراعيون متخصصون .

٢ - الزراعة بطريقة الري بالرش :

دخل إلى وحدة الأحساء هذا النمط الحديث من الري على استحياء شديد ، ذلك لأن عدد المزارع التي تطلقه لا يتعدى خمسة مشاريع وهي تقع في الامتدادات الحديثة بجنوب

الواحة. والواقع أن هذا النظام يصعب تطبيقه عملياً في المزارع القديمة بحكم أنها قديمة المساحة من ماحية، ولأنها عبارة عن ساتين للمخيل من ناحية أخرى ويرى علماء الزراعة أن الري التقليدي يستهلك كميات كبيرة من المياه، ولا يستفيد منها النبات إلا بحوالي ١٠٪^(٩٠). بينما يضيع الحاسب الأعظم بالتسرب في التربة وبالتبخر أيضاً. أما الري بالرش فيتميز باستخدام كميات من المياه في حدود احتياجات النبات، ومن ثم فهو نظام يقتصد كثيراً في استهلاك الماء. على الرغم من أنه لا يتحكم فيها يفقد منه بالتبخر. وهكذا فإن سياسة ترشيد استخدام المياه تستدعي التوسع في تطبيق الري بالرش على كل حال.

٣ - تشجير الكثبان الرملية :

عانت الواحة كثيراً من زحف الرمال من الصحروات المحيطة وخصوصاً تحرك الكثبان الرملية من حقل الرمال الكبير الذي يحدق بالقرى الشرقية من الشمال. وتتنوع في الواقع طرق تثبيت الكثبان، إلا أن بعضها ماهط التكاليف ويعتبر أسلوب التشجير هو الحل الأمثل من وجهة النظر البيئية والاقتصادية أيضاً^(٩١). فهو يحول الرمال المتحركة إلى مساحات خضراء تساهم في تلطيف الجو وتتيح للناس مطلق حلولية مريحة وتحافظ على الموارد الطبيعية.

وقد بدأت الحكومة السعودية تنفيذ مشروع لحجر الرمال بالأحساء في عام ١٣٨٢هـ (١٩٦٢م). وذلك برعاية خمسة ملايين شجرة أعلنها من نوع الأثل المحلي القادر على التكيف مع البيئة. وهذه الأشجار تمثل المصدر الأول الذي تبلغ مساحته ٥٠٠ هكتار ويعتمد على الري من المياه الخوفية عن طريق ٤٠ شراً ارتوارية حصرت هذه العابة^(٩٢). وطول هذا المصدر نحو ٢٠ كيلومتراً، وهو على شكل حرف (ل) ليطوق الرمال من الشرق والجنوب وليحمي أراضي القرى الشرقية من خطر زحف هذه الرمال.

ولئن كان المصدر الأول قد اعتمد في تشجيرها على الري من الآبار فإن المشروع قد أقام أربعة مصادر أخرى لا تعتمد على الري وإنما اتبع في تشجيرها ما يسمى بالزراعة الجافة حيث عرست عقل أشجار الأثل في بطون الكثبان الرملية خلال موسم الشتاء وثبت نجاحها، حيث نمت معتمدة على الرطوبة التي تحتل داخل الكثبان من أمطار الشتاء بالرغم من قلتها. شكل رقم (١١)

وصارت المساحة الإجمالية لمشروع حجر الرمال بالأحساء ٤٥٠٠ هكتاراً تحاط سياج للمحافظة على الأشجار التي بلغ عددها أكثر من سبعة ملايين شجرة، وهي تقف سداً أمام زحف الرمال على الأرض الزراعية^(٩٣). هذا، وأقيمت في السنوات الأخيرة أحرمسة حضراء أخرى منها حرام الأصغر شمال شرق الواحة ويعتمد على الري من مياه المصرف D.2 كما أقيم حرام آخر في شمال الواحة عند مدبة العيون وتروى أشجاره من مياه المصرف D.1 وهناك خطط لتشجير قطاعات من طريق المرفوف فطر خصوصاً في المواقع التي تتعرض لسفلي الرمال.

وهكذا تكون الموارد المائية الجوفية من وراء نجاح عملية تشجير الكثبان الرملية ومنع زحف الرمال.

٤ — مشاريع الانتاج الحيواني والدواجن :

كانت في واحة الأحساء ثروة حيوانية كبيرة في الماضي، تشمل الأنقاد والجمال والضأن والماعز والحمير ومع تطور أساليب الري والمصرف من ناحية والتحويلات الاقتصادية والاجتماعية من ناحية أخرى، انصرف الناس عن استخدام الحيوان في الري والنقل داخل الواحة، فقلت أعداد هذه الثروة، وصارت الإبل ومعاً على السادة

واتجه المستثمرون و كبار الرراع إلى إقامة المشاريع الكبيرة بهدف انتاج الألبان أو الدواجن. فيوجد في الواحة مشروع صخم للألبان، يعتمد على قطع من أبقار العيريربان المستوردة. ويريد عدده على ألف وحمسات رأس بقرة حلوب ويسمى مشروع العثمان (ندي) وهو يقع شرقي قرية القرن وتبلغ مساحته ٢٠٠ هكتار^(٩٤)

وتزرع هناك أعلاف مثل البرسيم والشوفان بأسلوب الري بالرش المحوري ويصل انتاج الحليب نحو ١٧ طناً في اليوم. وقد أقيم جوار المرعة مصنعاً حديثاً لتعليب الألبان هذا، وتوجد مشاريع للألبان أصغر من المشروع السابق، وتقع خصوصاً بالأراضي الجديدة (منطقة العويبة) في جنوب الواحة وتربى بها الأنقاد العيريربان مثل مرعة جامعة الملك فيصل، ومرعة العتيق، كما أن هناك مرعة خاصة بتربية الإبل^(٩٥) ويدير مركز الأبحاث الزراعية بالأحساء مرعة تقع في شمال مدبة المرف وتحتوي على قطع من الأنقاد المستوردة والأعنام البلدية والإبل وذلك بهدف إجراء البحوث والتجارب

أما الاتجاه الحديث الأخر الذي يشهده استخدام الأرض الريفي بالواحة فيتمثل في نجاح مشاريع الدواجن . ففي الماضي كانت الأم مسئولة عن تربية الدواجن البلدية في بيتها ، خصوصاً بالقرب . ولم تشهد الأحساء في عام أول مررعة حديثة للدواجن إلا بحلول عام ١٣٧٧هـ (١٩٥٨م) (٩٧) وكان يحتاجها مدعاة لقيام المريد من مزارع الدواجن ، خصوصاً عندما جاءت التحولات الاقتصادية والاجتماعية والعمرية الهائلة التي عمت المملكة العربية السعودية منذ سنوات التسعينات المجرية . واليوم فقد احتضنت تربية الدواجن التقليدية في المنازل ، وأصبحت المزارع المتخصصة واسعة الانتشار بواحة الأحساء ، ويكفي إتاحتها من الدواجن والبص حاجة الاستهلاك المحلي ، ويتجه العائض إلى باقي أحياء المملكة ، وإلى بعض الدول الخليجية القريبة .

ولعل الجدول التالي رقم (٨) يفيد في توضيح مدى التطور في عدد مزارع الدواجن وحجم الانتاج في السنوات الأخيرة .

جدول رقم (٨)

يوضح تطور مزارع الدواجن وحجم الانتاج بواحة الأحساء ، (٩٨)

السنة		عدد المزارع			حجم الانتاج بالمليون		
١٣٩٣هـ	١٣٩٤هـ	١٤٠٤هـ	لاحم	باص	الحملة	عدد الطيور	عدد البيض
			٣٠	٩	٣٩	٠,١	١١,٥
			٦٧	٥٠	١١٧	٣,١	١٠٥,٢
			٦٨	٥٤	١٢٢	٥,٧	١٣٣,٩

ومن الواضح أن السنوات العشر الأخيرة قد شهدت طفرة في مزارع الدواجن بحيث زاد انتاج الدجاج لأكثر من خمسين ضعفاً ، كما تضاعف انتاج البيض لأكثر من أحد عشر ضعفاً . ويعود العنصر في ذلك إلى تشجيع الحكومة من خلال تقديم القروض ، ودعم عنف

الدواجن فضلاً عن تقديم الخدمات البيطرية والإشراف على سلامة الخطائر وسلامة البيئة
هذه ، وتشر مراراً الدواجن في داخل الواحة والأرض الجديدة أيضاً على أن أكرم هذه
المشاريع على الإطلاق يقع شمال قرية الطائية ويسمى مشروع العدير ويطلق فيه نظام المزرعة
المعلقة حيث تتم للدواجن جميع العمليات آلياً من تغذية وبطاقة وجمع البيض وتبلغ طاقة
المشروع ٣٠٠ ألف دجاجة من النوع الباص ويلاحظ أن صاحب المشروع يمتدك في شمال
الواحة مصعبين ، الأول لعلف الدواجن والثاني لصناعة أطافى تعتنه البيض للتداون^(٩٩)
والحقيقة أن مشاريع الدواجن والتوسع فيها يتوافق مع سياسة ترشيد استخدام المياه
بالأحساء ، وهي ميدان للاستثمار الريفي والاستخدام المتطور السدي يحقق أرباحاً كبيرة ،
فصلاً عن الأمن الغذائي والمحافظة على الموارد الطبيعية في آن واحد
ومهما يكن من أمر ، فإن الاستخدام الأمثل للأرض بريف واحة الأحساء ، وعلاقته بالموارد
المائية المتاحة يحتاج إلى المزيد من الدراسة على أن يعرض الباحثين يرون في هذا المجال ما يلي

— تقليل مساحة التخليل .

— زيادة إنتاج المحسروات .

— زراعة محاصيل استراتيكية كالقمح والنفل

— زراعة أعلاف حصراء كالدرة الربيعية والشوفان وتكون بديلة عن العرسم^(١٠٠) .

هذا ، ولا يمكن تحقيق التطور المنشود إلا من خلال تطوير أساليب الري وتطوير أساليب
الزراعة . ويمكن إحراز النجاح من خلال تشجيع الري بالتنقيط والبيوت المحمية ، وتشجيع
ميكنة الزراعة ، ونظام الري بالرش بعد تطبيق سياسة التجميع الزراعي . وقد نهجت سياسة
التجميع الزراعي في مناطق ذات حقول قديمة مثل واحة الأحساء ، ومعنيها دللتا النيل
والوادي في مصر وعندهد يمكن استخدام الأرض بأساليب حديثة وعصرية ، نستطيع لمدأ
ترشيد استخدام المياه .

«الخاتمة»

- تمثل المياه الخوفية من العيون والآبار الموارد المائية في واحة الأحساء بحكم ماحيها الصحراوي من ناحية ولعدم وجود نظم هربية من ناحية أخرى
- تعدد الطبقات الحاملة للماء، كما أنها تمتد من الغرب إلى الشرق ويشترط الصعق البيرومترى في منطقة العيون بالقطاع العربى من الواحة عند مسوب ١٤٥ متراً فوق سطح البحر، ويتدفق الماء طبيعياً من نبت العيون
- التكويزات الحاملة للمياه هي من أعلى إلى أسفل: البوحيين والعلالة ثم الحر وأم الرصصة ثم عرمة وهي تكويزات ثلاثية
- وأسفل التكويزات السابقة بوحدة نكويز الوسيع الذي يعود إلى الكرباتاس الأوسط ومياهه شديدة الملوحة في واحة الأحساء كي أن عمقها يزيد على ألف متر ومن ثم لا تصلح للاستخدامات الريفية على عكس التكويزات السابقة التي تستغل مياهها بالفعل.
- معظم مياه العيون تأتي من البوحيين وبعضها تأتي من التكويزات الأعمق نظراً لوجود اتصال هيدروليكي. وقد حدث هذا الاتصال بفعل عمليات الإزالة الكارستية في الصحور حيربة من ناحية وتوهر العوالق في غرب الواحة بالقرب من محدد القوار من ناحية أخرى.
- تتراوح عمر مياه الواحة بين ١٥ و ٣٠ ألف سنة فهي مياه حمرية في معظمها، بينما المياه الحديثة لا تتعدى نسبتها ٥٪ فقط
- تمثل الواحة ثبة مقعرة شرقي محدد القوار وتتحرك المياه خوفية خلال الطبقات من الجنوب العربى صوب الشمال والشرق.
- تتراوح ملوحة مياه العيون بين ١٤٣٠ و ١٧٥٥ جزءاً في المليون ولذلك فهي تصنف كميات من الأملاح إلى الرقعة الزراعية عن طريق الري تقدر بحو ٣٦٠ ألف طن سنوياً.
- يوجد في إقليم الواحة نحو ٨٠٠ بئر ارتوازي وبعضها من النوع القوار فضلاً عن

- أكثر من مائة عين طبيعية . على أن العيون الرئيسية يصل عددها ٣٣ عيناً
- لقد عانت الواحة قبل حصة عشر عاماً من ثلاثة أخطار هي .
- تدهور الرقعة الزراعية لتراكم الأملاح بها وتعرض المساحة الصالحة للزراعة للنقصان المستمر.
- ترايد مساحات البرك والمستنقعات لسوء الري وعدم الصرف ومن ثم تلوث البيئة ونفشت الأمراض .
- رشح الرمال وكانت تظمر قنوات الري القديمة وتلتهم مساحات من الرقعة الزراعية ويهدد العمران .
- تصدت الحكومة لكل ذلك فأقامت مشروع حصر الرمال بالأحساء في عام ١٣٨٢هـ — (١٩٦٢م) كما أقامت مشروع الري والصرف الذي بدأ تشغيله في عام ١٣٩٢هـ — (١٩٧٢م).
- نجح المشروع الأول في تشجير مساحة تبلغ ٤٥٠٠ هكتار بأكثر من سبعة ملايين شجرة لحجز الرمال .
- نجح مشروع الري والصرف في إبدال الري التقليدي الذي سبب تدهور التربة وأقام محله من قنوات الري الاسمية وصلت أطوالها ٢٦٣٨ كيلومتراً ، فضلاً عن شبكة من المصارف ونجحت المصارف في تخفيض المياه الفائضة وسحب كمية من الأملاح تعوق الكمية التي تأتي مع مياه الري . فتحسنت التربة لأول مرة في الواحة .
- نجح المشروع في توزيع مياه الري وفق مقننات عادلة وبأسلوب سهل ومريح للمزارعين ، فاحتفت الأساليب التقليدية المرفقة للإنسان والحيوان كما شقت الطرق الزراعية ورصفت الطرق الرئيسية ، وأقيمت الحسور
- أصلح المشروع أيضاً العيون الرئيسية وأقام على بعضها الخزانات ومحطات الرفع لتوفير المياه للمساحات التي يريد مسوئوها عن مياه العيون .
- إلا أن المشروع لم ينجح في تدبير المياه اللازمة لزراعة المساحة المستهدفة عدد إنشائه ، والمقدرة بحوالي ٢٠ ألف هكتار . على الرغم من مد القنوات إليها وشق المصارف بها .

— فلقد ثبت أن المعلومات الهيدرولوجية عند قيام المشروع لم تكن كافية، وحدث هبوط في مناسيب مياه العيون نتيجة لتزايد الصبح من الآبار الارتوازية.

— أجريت دراسات حديثة وتمت متابعة دقيقة لشبكة من الآبار الاستكشافية. ولقد اتضح أن إمكانيات الخزان الجوفي بالأحساء يصل ضغطه إلى ٩,٣ متراً مكعباً في الثانية أي ما يعادل ٢٩٣ مليون متر مكعب في السنة. ويسعى أن يكون استخدام المياه في حدود هذه الكمية إذا كان لنا أن نحافظ على عطاء هذا الخزان دون أي تدهور.

هذا وقد أوضحت الدراسة والبحث الراهن أن المياه الجوفية هي الصائط الأهم والأكثر تأثيراً في الاستخدام الريعي بأراضي الواحة. ويتجلى ذلك فيما يلي :

- ١ — التأثير على حيز الرقعة المزروعة وهي تتراوح بين سبعة ونهاية آلاف هكتار
- ٢ — التأثير على التركيب المحصولي القائم بمزارع الواحة، وينتهي التحيل في المقام الأول وببذرة الريسم ثم المحصولات. وقد تدهورت مساحات الأرز لفصل المياه
- ٣ — التأثير على الاتجاهات الحديثة التي تتوافق مع شعار الاقتصاد في استخدام المياه مثل الزراعة المحمية والري بالرش ومشاريع الأسان والدواجن.
- على أن الموارد المائية تحتاج إلى المزيد من البحث والدراسة للتعرف الدقيق على إمكانياتها من ناحية، وللكشف عن طرق تجميعها وترشيدها استخدامهما من ناحية أخرى.
- وفي هذا الصدد يرى بعض الخبراء إمكان إنشاء سد سطحي بطرق الواحة من الشرق لمنع تسرب مياه البوطين نحو الخليج العربي.
- ويرى بعض الاقتصاديين ضرورة إعادة التركيب المحصولي القائم في الواحة، ونحن نرى معهم أن ضرورة تطبيق التقنية الحديثة يستدعي أولاً اتباع سياسة التجميع الزراعي لأن الواحة تعاني بالفعل من نعمت خطير في الحيازات الزراعية وصارت المزارع بالفعل أكثر من قزمة.



(32) H.A.R.C., Publ N° 38, P 61

(٣٣) مصطفى بوزي — المرجع السابق — ص ١٠٢.

(٣٤) المرجع السابق ص ٨٧

(35) R W Powers, Geology of Arabian peninsula P D 86

(٣٦) مصطفى بوزي — المرجع السابق — ص ٩٠

(٣٧) المرجع السابق ص ٨٨

(38) H A R C publ 15, P 9

(39) Powers, op cit , P D 89

(40) H A R C op cit P 12

(٤١) مصطفى بوزي — المرجع السابق — ص ٩١

(٤٢) عبدالباق الحطيط — المرجع السابق — ص ١٤٤

(٤٣) مصطفى بوزي — المرجع السابق — ص ٩٣.

(44) Powers, op. cit. P D 96

(45) Ibid, P D 83

(٤٦) عبدالباق الحطيط — المرجع السابق — ص ١٤٤

(47) Powers, op. cit., P S 146

(48) H Hotz & Others, op. cit. P. 60

(49) Ibid, P 64

(٥٠) مصطفى بوزي — المرجع السابق — ص ٩١

(٥١) وزارة الزراعة والري — أطلس المياه — ص ١٢

(٥٢) المرجع السابق — ص ٤٣

(53) H.A.R.C., publ 38, P. 47.

(54) Ibid, P. 48

(55) Ibid, publ. N° 22, P. 19

(56) H.A.R.C., publ N° 22, P. 19

(57) Ibid, P 29, table 6

(٥٨) هيئة إدارة مشروع الري والمصرف — المخطط المرحلي — شامل من ٦٣ حدود رقم ١١

(59) H A R C , publ 22, P 35, table 12

(٦٠) مجلة الوحدة الزراعية — العدد ٢ و ١ عام ١٩٥٤ — صفحات ١٤٥ و ١٤٦ — صلاح الدين محمد السيد — ٦٦

(61) H.A.R.C., publ 38, P 78.

(٦٢) مجلة الوحدة الزراعية — العدد السابق — ص ٦٦

(63) H.A.R.C., publi. N° 23, PP. 10, 11

(64) H.A.R.C., publi. 38, P 78 table 9

(65) Ibid publi. N° 38, P 92

(66) Ibid, P 95, table 13

(67) Ibid P 98 and Fig 5 28 p. 110

(68) H.A.R.C., publi. N° 23, P 34

(69) Ibid, publ. N° 38, P 63, table 6

(70) Ibid, P 65.

- (71) *Ibid.*, publ. N° 22, P. 38 table 15.
(72) *Ibid.*, P. 40, table 17.
(73) H A R C publ. N° 38, P. 141.
(74) *Ibid.*, P. 137.
(75) *Ibid.*, P. 138.
(76) *Ibid.*, P. 141.

(٧٧) هيئة مشروع الأحياء - الرجوع السابق ص ٢١.

(٧٨) المرجع السابق، ص ١٧.

(79) H A R C . publi. N° 38. P. 141

(٨٠) مكتبة الأبحاث ادب، مشروع، ودرج الطبع، امر هي الكامل - الفرع الثاني، جدول ١٠، ٦، ٥، ٢، صفحات ١٢، ١١، ١٣، ١١، ٢

(81) H.A.R.C., op. cit., table 6, P. 63

(٨٢) القرية التجارية = بحوث القرية = ص ٢٩.

(۸۴) حضور ﷺ - مرحومہ الباقی بحکم اعدائے حق ۱۸

(B4) WAKUTL Volume 2: P. 221

(85) Italconsult, water and Agr. for Area IV table 5, P. 29

(٨٦) حمير (أرام) - السور لخميا حدرى: ١، ٢، ٣، ٤، ٥، ٦، ٧، ٨، ٩، ١٠، ١١، ١٢

(AV) مكثت من الرعاية بالأحياء والذرف المبتدئة للباحث

(AA) الحالة الرابعة العدد ١١ من ٢١ = ٢٨

(A9) من وجهه عبد الله بن عمرو بن العاص عن أبيه عن جده عن علي بن الحسين عن محمد بن الحسن

(٩٠) اللحظة الزاوية = العدد \times الجذر $\Rightarrow 1 \times \sqrt{2} = \sqrt{2}$ هي

[illegible]

(٩٧) السور الفلاني ج ٩.

(٩٣) المرحوم السيد محمد

(٩١) مشروع مؤسسة منارة النلاج وصبج بن عمر المألف، طبعة ٢٠٠٠ هـ، وبيع (أشهر لحد شعاع) (بدي) -
- دار الفاتح للكتاب للنشاعت

$$u_1 = \frac{1}{2} \sqrt{2} \sin \alpha = \frac{1}{2} \sqrt{2} \sin 30^\circ = \frac{1}{2} \sqrt{2} \times \frac{1}{2} = \frac{\sqrt{2}}{4} \text{ m/s}$$

(٤٦) $\text{المركبة المزدوجة} = \text{المركبة} + \text{المركبة}$ (جاء في ٢)

(47) $\text{عصر} - \text{سيف} = \text{البحر الفلاني} = \text{م. 788}$

$$27.4 = 11.1 + 16.3, 27.7 = 11.7 + 16.0, 27.9 = 11.9 + 16.0 \quad (44)$$

المجلد الثاني (49)

(100) Saleh Mahyan. Op. Cit. P. 163

قائمة المراجع

أولاً: مراجع باللغة العربية:

- (١) بيتر بومست . الموارد المائية والتنمية في المملكة العربية السعودية (محلة الخليج العربي المجلد الرابع عشر العددان ٣ — ٤ (١٩٨٢) جامعة القصرة
- (٢) ج. ح لوريمر . (١٩٠٨ — دسدي — سريطابيا) دليل الخليج العربي — القسم الجعراي — الجزء الثاني (ترجمة قسم الترجمة مكتب أمير دولة قطر) — الدوحة (مطابع علي بن علي بالدوحة).
- (٣) حسين حمزة بدفجي . الخريطة الجعراية للمملكة العربية السعودية — اكسورد — (١٩٨٤م).
- (٤) حمد الخاسر . المعجم الجعراي للبلاد العربية السعودية — المنطقة الشرقية القسم أ — ح منشورات اليمامة الرياض (١٣٩٩هـ)
- (٥) صحي يوسف عيد . الجعرايا الزراعية لواحات الأحساء — رسالة دكتوراه غير منشورة — جامعة القاهرة — عام ١٩٧٩م.
- (٦) عبدالسبط الخطيب : سبع سابل حصر — الطبعة الثانية — دار الأصمهايا بجدة (١٩٨٠م).
- (٧) عبدالرحمن صادق الشريف . جعرايا المملكة العربية السعودية — دار المربع الرياض (١٤٠٣هـ).
- (٨) العروة النحرارية الصاعية . سلسلة بحوث العروة — محرم ١٤٠٤هـ (الرياض).
- (٩) محمد عرابي نحلة : تاريخ الأحساء السياسي — ذات السلاسل — الكويت (١٤٠٠هـ).
- (١٠) المحلة الزراعية — العدد ٤ — مجلد ١٠ — ١٣٩٩ / ١٤٠٠هـ (الرياض).
- (١١) المحلة الزراعية — العدد ٣ مجلد ١١ — ١٤٠٠ / ١٤٠١هـ (الرياض).

- (١٢) مجلة القافلة (أرمكو) - العدد ٧ - مجلد ٣٣ - مارس (آذار) / أبريل
 (نيسان) ١٩٨٥م - الظهران.
- (١٣) مجلة الوحدة الزراعية العدد ١، ٢ عام ١٤٠٤هـ تصدر عن هيئة إدارة وتشغيل
 مشروع الري والصرف بالأحشاء (أعوف)
- (١٤) مصطفى سوري عثمان - الماء ومسيرة التنمية في المملكة العربية السعودية -
 مطبوعات تهامة (١٩٨٣م) (١٤٠٤هـ).
- (١٥) هيئة مشروع الري والصرف بالأحشاء - خريطة المشروع بمقياس ١/ ١٠٠٠٠٠ -
 إعداد واكوتي.
- (١٦) هيئة إدارة وتشغيل مشروع الري والصرف بالأحشاء - شائع الخصر الزراعي
 الشامل لجميع أراضي المشروع أعوف (١٤٠٠هـ)
- (١٧) وزارة الترويض والثروة المعدنية - حرائط بمقياس ١/ ٥٠٠٠٠٠ لوحات (١٢) -
 (٤٩٢٥)، (١٣ - ٤٩٢٥)، (٢١ - ٤٩٢٥)، (٢٤ - ٤٩٢٥) طمعة عام
 ١٤٠٣هـ - المساحة الجوية بالرياض.
- (١٨) وزارة الزراعة والمياه - أطلس المياه - المملكة العربية السعودية الرياض
 ١٤٠٥هـ
- (١٩) وزارة الزراعة والمياه - مديرية الزراعة بالمنطقة الشرقية - تقرير عام ١٤٠٣هـ.
- (٢٠) وزارة الزراعة والمياه - مديرية الزراعة بالمنطقة الشرقية - تقرير عام ١٤٠٤هـ
- (٢١) وزارة الزراعة والمياه - مشروع حجر الرمال بالمنطقة الشرقية - التقرير السنوي
 لعام ١٤٠٥هـ - مطابع الحسيني، أعوف مارس (آذار) ١٩٨٥م.
- (٢٢) وزارة الزراعة والمياه - هيئة إدارة وتشغيل مشروع الري والصرف بالأحشاء -
 مطابع الجواد (١٤٠٤هـ).
- (٢٣) وزارة الشؤون البلدية والقروية - المنطقة الشرقية - التقرير السنوي لعام
 ١٤٠٣هـ مطابع الطليعة بالدمام.

ثانياً : مراجع باللغة الإنجليزية :

- (24) Fayed A. Tayeb The role of Ground Water in the Irrigation and Drainage of the AL HASSA of Eastern Saudi Arabia. Jeddah (1403)
- (25) HOFUF Agricultural Research Center (H A R C.) Publication N° 15 AL HASSA OASIS) HOFUF (1976)
- (26) H A R C Publ. N° 22 (Water Resources of the AL HASSA OASIS) HOFUF (1978)
- (27) H A R C Publ. N° 23 (Investigations on the Hydrogeology and water resources of the Oasis of AL HASSA HOFUF (1978)
- (28) H A R C Publ. N° 26 (Agrometeorology of AL HASSA OASIS) HOFUF (1978)
- (29) H A R C. (Dr B. VON) Publ. N° 38 (the water potential of the AL HASSA OASIS) Braunschweig (1979)
- (30) H. Hotzl, V. J. Zottl Geologic History of the AL HASSA Area since the Pliocene From: Quaternary Period in Saudi Arabia Edited by: Saad Al Sayari and Josef G. Zottl New York (1978)
- (31) Raconsult (Rome 1969) Water and Agricultural Development Studies for Area IV Final Report (Kingdom of Saudi Arabia)
- (32) Meteorological office (LONDON) A Course in Elementary Meteorology LONDON (1969)
- (33) Mansure Abu Husayn & Antoine H. Sayegh. (1975) Mineralogy of Al Hasa Desert Soils Saudi Arabia (clays and clay Minerals, Vol. 25, PP 138-147 (1977) Great Britain)
- (34) P. W. Powers, L. I. Ramirez, C. D. Redmond and E. L. Elberg 0 Geology of the Arabian Peninsula: Sedimentary (U.S.A. Printing office Washington 1966)
- (35) Saleh Halwan Humandan. Policies and Management Guidelines for Optimum Resource Utilization at Al Hasa Irrigation and Drainage Project (Ph.D.) OKLAHOMA UNIV (1980)
- (36) WAKUTI Studies for the Project of Improving Irrigation & Drainage in AL HASSA Volume 2 Part I (Study on Present Condition) Westf. Lohrstrass 15 West Germany
- (37) WAKUTI (1964) Studies for the Project of Improving Irrigation and Drainage in the region of AL HASSA Volume 3 (Soil Study) Westf. Lohrstrass 15, West Germany



١٢- انكشافات و انكشافات فوارق و انكشافات فوارق
١٣- انكشافات فوارق و انكشافات فوارق
١٤- انكشافات فوارق و انكشافات فوارق



٢٠٠٧ (٧) : المجلد الثاني، العدد الثاني، الصفحة ١٢٢



شکل دوم: نقشه پراکنش گونه‌های مورد مطالعه در منطقه مورد مطالعه



شکل سوم: نقشه پراکنش گونه‌های مورد مطالعه در منطقه مورد مطالعه



شکل چهارم: نقشه پراکنش گونه‌های مورد مطالعه در منطقه مورد مطالعه